KESIAPAN DAERAH

Mendukung

PERTANIAN MODERN

KESIAPAN DAERAH
Mendukung
PERTANIAN MODERN

Editor:

Effendi Pasandaran | Fadjry Djufry | Kedi Suradisastra
Argono Rio Setioko | Ridwan Thaher | Rachmat Hendayana

IAARD PRESS

KESIAPAN DAERAH MENDUKUNG PERTANIAN MODERN

@2020. IAARD PRESS

Cetakan Pertama: 2020

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-undang.

Katalog Dalam Terbitan

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Kesiapan Daerah Mendukung Pertanian Modern/Editor : Effendi Pasandaran, dkk. - Jakarta. IAARD PRESS bekerjasama dengan Penerbit Agro Indo Mandiri
x – 422 hlm: 14,8 x 21 cm

ISBN 978-602-344-283-6 631-152

1. Kesiapan Daerah. 2. Pertanian Modern
I. Effendi Pasandaran, dkk

Editor: Effendi Pasandaran | Fadjry Djufry | Kedi Suradisastra
Argono Rio Setioko | Ridwan Thaher | Rachmat Hendayana

Tata Letak : Suherman
Desain Sampul : Tim AIM
Proof Reader : Farida Istiana

Penerbit:
IAARD PRESS
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
jl. Ragunan No. 29. Pasar Minggu. Jakarta, 12540
Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id
Anggota IKAPI No 445/DKI/2012

Bekerjasama dengan :
Penerbit Agro Indo Mandiri
Jl. Pajajaran Kav E-59 Bogor, 16151
Email:agroindomandiripress1@gmail.com
Website: ptagroindomandiri.com
Anggota IKAPI No: 323/JBA/2018

Pengantar Editor

Buku berjudul "Kesiapan Daerah Mendukung Pertanian Modern" ini berisi himpunan tulisan buah pikiran dan pengalaman lapangan para pakar, ilmuwan dan peneliti, serta pekerja lapang terkait pembangunan sektor pertanian. Himpunan tulisan tersebut antara lain membahas makna, visi dan tujuan serta peran penting pembangunan pertanian modern dan berkelanjutan yang berpijak pada perkembangan sektor pertanian di wilayah-wilayah pembangunan potensial.

Pertanian masa depan yang dapat menyejahterakan petani membutuhkan komitmen seluruh pemangku kepentingan pembangunan sektor pertanian di pusat dan daerah. Perkembangan teknologi presisi yang mencakup kebutuhan teknologi maju di sektor pertanian akan merupakan titik balik besar dalam pengelolaan industri pertanian masa depan. Perkembangan teknologi pertanian di era revolusi industri 4.0 menuntut kesiapan seluruh pemangku kepentingan pembangunan pertanian masa depan di Indonesia.

Dalam kondisi ini, pemerintah telah melakukan langkah-langkah strategis seperti pengembangan sumber daya manusia, infrastruktur, inovasi teknologi presisi sebagai teknologi pertanian masa depan, dan kelembagaan petani. Berbagai bahasan terkait visi dan peran pertanian modern dipilah dalam tiga bab. Bab-I berjudul Kesiapan Pemerintah Daerah merinci kesiapan kebijakan dan strategi pembangunan pertanian menuju masa depan yang modern.

Bab-II yang berjudul Kesiapan Teknologi membahas ketersediaan teknologi yang sesuai dengan kondisi tingkat pembangunan sektor wilayah yang berkaitan, dan Bab-III yang berjudul Diseminasi Teknologi Memperkuat Pertanian Lokal merinci ketersediaan dan kesiapan alih teknologi tepat-guna untuk mendukung perkembangan pertanian masa depan di tingkat daerah. Kumpulan pemikiran tersebut diharapkan dapat membantu, mendorong, dan mempercepat pembangunan pertanian modern guna meningkatkan ketangguhan pangan nasional dan mensejahterakan masyarakat di wilayah-wilayah bersangkutan.

Dalam proses pembangunan pertanian menuju pertanian masa depan, di tingkat pemerintah daerah telah dimulai pengembangan strategi dan pola manajemen pertanian melalui pengembangan berbagai program unggulan seperti kebijakan pelayanan publik dan penataan daerah, pembangunan kawasan industri lokal, penyiapan infrastruktur ekonomi digital, inkubator bisnis. Kesiapan pemerintah daerah juga didukung oleh kegiatan kerjasama dengan berbagai institusi terkait seperti BUMN dan perguruan tinggi.

Selain itu telah mulai dibangun pula infrastruktur jaringan internet dalam rangka realisasi pembangunan desa digital di Indonesia. Beberapa inisiatif petani dan para praktisi pertanian di hierarki daerah menunjukkan bahwa sebagian petani tidak gagap terhadap perkembangan teknologi dan perubahan yang terjadi dalam memasuki era teknologi digital. Petani dapat memanfaatkan kemudahan mengakses informasi teknologi dan menjalin usaha/bisnis dengan masyarakat di luar komunitasnya yang nyaris tanpa batas. Kegiatan-kegiatan tersebut harus terus dilakukan dan ditingkatkan guna mempercepat laju pembangunan pertanian presisi di masa depan.

Buku ini diharapkan dapat membantu membangun sektor pertanian modern yang didukung perekayasaan dan pengembangan inovasi yang sejalan dengan tuntutan dan perkembangan sektor pertanian. Membangun pertanian modern harus didukung oleh perkembangan dan penciptaan inovasi antisipatif yang berpandangan masa depan.

Jakarta, November 2019

Editor.

Daftar Isi

Pengantar Editor v

Daftar Isi vii

Kesiapan Daerah Mendukung Pertanian Modern: Pemikiran Kritis Mendukung Kesiapan Daerah
Kedi Suradisastra, Nono Sutrisno, Ai Dariah dan Effendi Pasandaran 1

KESIAPAN PEMERINTAH DAERAH 7

1. Kesiapan Pemda dan Petani Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 Sektor Pertanian di Jawa Barat
   Dedi Sugandi dan Erni Gustiani 9
2. Kesiapan Pemerintah Daerah dan Petani dalam Memasuki Era Revolusi Industri 4.0
   Agus Hermawan 37
3. Kesiapan Pemerintah Provinsi dan Generasi Milineal Serta Petani Jawa Timur Memasuki Revolusi Industri 4.0
   Tri Sudaryono dan Sri Satya Antarlina 57

KESIAPAN TEKNOLOGI 81

4. Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi Geografis Mendukung Kemampuan Petani Milenial di Sulawesi Utara Herlina Nanny Salamba, Agustinus N. Kairupan, dan Conny N. Manoppo 83
5. Dukungan Inovasi Teknologi Informasi Digital dalam Pengembangan Pertanian Era Industri 4.0 di Wilayah Sulawesi Utara
   Agustinus N. Kairupan, Meivie Lintang dan Yusuf 115

6. Sistem Pertanian Tradisional Bawang Merah Menuju Pertanian Modern di Kabupaten Minahasa
Olvie Grietjie Tandi, Jefny M. Rawung dan Yusuf 141

7. Pertanian Presisi Mendukung Pengembangan Agroindustri Pala di Sulawesi Utara
Meivie Lintang, Joula Sondakh, dan Payung Layuk 169

8. Prospek Penerapan Teknologi Digital Pengolahan Hasil Kelapa dalam Rangka Pemberdayaan Petani Milenial di Sulawesi Utara
Payung Layuk, Meivie Lintang, G.H. Yoseph 209

DISEMINASI TEKNOLOGI MEMPERKUAT PERTANIAN LOKAL 249

9. Penyuluh Pertanian: Kesiapan Menghadapi Dampak Revolusi Industri Pertanian 4.0
Conny N Manoppo, dan Yusuf 251

10. Diseminasi Teknologi Inovatif Lahan Rawa Pasang Surut Kalimantan Selatan di Era Industri 4.0
Sri Hartati dan Agus Hasbianto 273

11. Model Platform Inovasi Multi Mitra untuk Komoditas Padi Pada Kawasan Rawa Pasang Surut Bunga Raya, Provinsi Riau Nana Sutrisna, Dahono, dan Parlin H. Sinaga 307

12. Pengembangan Peternakan Lokal Menuju Pertanian Modern Pada Wilayah Gugus Pulau Provinsi Maluku
Procula R. Matitaputty, Abd Gaffar, Izaac T. Matitaputty 333

13. Status dan Perbaikan Sistem Perladangan di Lahan Kering Menuju Pertanian Transisi Maju di NTT
Bernard Derosari dan Tony Basuki 361

14. Revolusi Pertanian Modern Era Industri 4.0 Berbasis Kawasan Sentra Produksi Wilayah Kepulauan Izaac T. Matitaputty, dan Procula R. Matitaputty 385

15. Pelajaran yang Diperoleh dan Arah Kedepan
Kedi Suradisastra, Nono Sutrisno, Ai Dariah,
dan Effendi Pasandaran 406

Indeks 411

Tentang Penulis 419

Kesiapan Daerah Mendukung Pertanian Modern: Pemikiran Kritis Mendukung Kesiapan Daerah

Kedi Suradisastra, Nono Sutrisno, Ai Dariah
dan Effendi Pasandaran

Perkembangan IPTEK menuju sistem pertanian masa depan yang melibatkan teknologi presisi akan dan telah memberikan dampak dan perubahan pertumbuhan di sektor pertanian. Pertanian presisi sebagai bentuk pertanian maju dan modern terutama dicirikan oleh pemanfaatan teknologi tinggi dan perangkat pendukung berbasis internet. Teknologi presisi memiliki kaitan kuat dengan teknologi digital yang dapat dimanipulasi, bersifat jaringan atau internet, sehingga lebih memudahkan masyarakat dalam menerima informasi secara lebih cepat.

Upaya pemerintah dalam meningkatkan produksi dan produktivitas sektor pertanian dan kegiatan berusahatani telah dilakukan sejak beberapa dekade. Dukungan pemerintah melalui Kementerian Pertanian berupa penyaluran alat dan mesin pertanian kepada kelompok tani maupun gabungan kelompok tani, antara lain traktor roda dua, traktor roda empat, pompa air, *transplanter, chopper, cultivator, excavator, combine harvester* dan *hand sprayer*. Mekanisasi pertanian diharapkan akan memberikan dampak tidak hanya peningkatan produksi, tetapi juga terhadap efisiensi dan efektivitas usahatani serta pendapatan petani.

Penerapan teknologi pertanian presisi memerlukan dukungan berbagai inovasi futuristik guna membangun sistem pertanian presisi di sepanjang rantai pasok hulu hingga hilir. Keterhubungan sistem rantai pasok hulu-hilir tersebut memberikan manfaat dan dampak positif dalam meningkatkan daya saing sektor pertanian. Dampak positif tersebut ini dapat dilihat dalam tampilan daya saing tinggi yang bersifat inklusif bagi perbaikan kesejahteraan petani, mampu mewujudkan sistem pangan dan pertanian terlanjutkan,

sekaligus memperkuat ketahanan pangan, air dan energi. Marwah utama implementasi pembangunan pertanian modern adalah kemampuan dan kekuatan inovasi, sehingga produk pertanian memiliki keunggulan efisiensi dan daya saing. Pertanian presisi mampu memastikan ketelitian dan ketepatan pada setiap proses transformasi produksi guna menghasilkan nilai tambah *(added value)* produk pertanian yang optimal dari hulu hingga hilir yang memiliki karakteristik utama sebagai produk prima, mudah dilacak *(traceable)*, dan memenuhi standar mutu perdagangan dunia. Namun demikian, penerapan teknologi presisi di sektor pertanian akan mengubah kondisi dan strategi berbagai kegiatan yang berkaitan dengan kegiatan seektoral dari sudut teknis dan teknologi, sosial-budaya dan aspek ekonomi.

Dampak terkait biaya kegiatan berusahatani akan meningkat karena teknologi canggih seperti teknologi presisi sebagai perangkat utama memiliki harga tinggi yang hanya dapat dijangkau oleh sebagian petani dan pelaku utama pertanian. Dalam hal pembinaan dan pelayanan terhadap petani, intervensi teknologi presisi akan memengaruhi pola dan strategi pembinaan dalam kegiatan penyuluhan. Konsekuensinya adalah bahwa para penyuluh lapangan harus ditingkatkan kompetensinya sebagai penyuluh. Dalam upaya sosialisasi dan proses adopsi teknologi presisi, mutu dan wawasan penyuluh lapang harus ditingkatkan.

Hal penting yang harus dipertimbangkan dan dikaji adalah bahwa pertanian masa depan dalam era digital mampu memberikan dampak positif yang signifikan, namun sekaligus juga memberikan dampak negatip yang harus segera diantisipasi dan dikendalikan. Efisiensi usaha dan peningkatan produktivitas akan meningkat, namun peran tenaga manusia dan keterlibatannya secara fisik dalam kegiatan pertanian akan berkurang sejalan dengan peningkatan penggunaan teknologi presisi dan digital.

Dalam kegiatan pembangunan pertanian masa depan, keterlibatan Teknologi Informasi (TI) sangat dibutuhkan untuk mempercepat penyampaian informasi pertanian yang relevan secara tepat waktu. Teknologi informasi adalah hal mutlak yang tidak bisa ditawar lagi. Kondisi ini mendorong penciptaan dan penyebaran beragam aplikasi yang dapat membantu petani dalam mengatasi beragam masalah kegiuatan usahatani dan sektor pertanian. Informasi terkait perubahan iklim, ketersediaan saprodi dan teknologi yang dibutuhkan, sampai pada pemasaran hasil pertanian dapat diakses secara cepat dan lebih mudah.

Membangun pertanian menuju pertanian masa depan yang dapat mensejahterakan petani membutuhkan komitmen seluruh pemangku kepentingan pembangunan sektor pertanian di hierarki nasional, regional, provinsi dan kabupaten, sampai ke hierarki operasional pelaksanaan pembangunan. Perkembangan teknologi presisi yang mencakup kebutuhan teknologi maju di sektor pertanian akan merupakan titik balik besar dalam pengelolaan industri pertanian masa depan. Perkembangan teknologi pertanian di era revolusi industri 4.0 menuntut kesiapan seluruh pemangku kepentingan pembangunan pertanian masa depan di Indonesia. dalam kondisi ini, pemerintah telah melakukan langkah-langkah strategis seperti pengembangan sumber daya manusia, infrastruktur, inovasi teknologi presisi sebagai teknologi pertanian masa depan, dan kelembagaan petani.

Di tingkat pemerintah daerah kabupaten telah dimulai pengembangan strategi dan pola manajemen pertanian melalui pengembangan berbagai program unggulan seperti kebijakan pelayanan publik dan penataan daerah, pembangunan kawasan industri lokal di kabupaten/kota, penyiapan infrastruktur ekonomi digital, incubator bisnis berupa *startup company*, dan lain-lain. Kesiapan pemerintah daerah juga didukung oleh kegiatan kerjasama dengan berbagai institusi terkait seperti BUMN dan perguruan tinggi. Lebih jauh lagi mulai dibangun pula infrastruktur jaringan internet dalam rangka realisasi pembangunan Desa digital di Indonesia.

Pada kasus Provinsi Jabar, JawaTengah dan Jawa Timur, bahkan di Provinsi Sulawesi Utara, telah disusun beberapa kebijakan di sektor pertanian yang sejalan dengan era teknologi presisi 4.0. Kebijakan digitalisasi pertanian, fasilitasi aplikasi *startup* pertanian yang memungkinkan petani terhubung dengan konsumen berbasis B2B, serta pengembangan Sistem Logistik Daerah berbasis online dan lembaga pendukungnya dapat menjadi indikator kesiapan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dalam memasuki era teknologi presisi 4.0.

Beberapa inisiatif petani dan para praktisi pertanian di provinsi-provinsi tersebut menunjukkan bahwa sebagian petani tidak gagap terhadap perkembangan teknologi dan perubahan yang terjadi dalam memasuki era teknologi digital 4.0. Mereka dapat memanfaatkan kemudahan mengakses informasi teknologi dan menjalin usaha/bisnis dengan masyarakat di luar komunitasnya yang nyaris tanpa batas. Kegiatan-kegiatan tersebut harus terus dilakukan dan ditingkatkan guna mempercepat laju pembangunan pertanian presisi di masa depan.

Guna meningkatkan kualitas produk-produk pala dan produk asal kelapa di Sulawesi Utara kedepan, perlu dikembangkan teknik pengawasan yang mampu meningkatkan keamanan produk. Dalam hal ini perlu diperhatikan berbagai faktor yang berkaitan dengan bahan dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi harus benar-benar aman untuk pangan dan keperluan lainnya. Bahan peralatan yang digunakan dalam berbagai proses pengolahan harus betul-betul bahan yang aman untuk pangan yang tidak menimbulkan cemaran pada suhu tinggi dan suasana asam. Faktor lainnya adalah jenis bahan baku perlu dicermati. Suhu dalam proses dan waktu pengolahan juga sangat berpengaruh terhadap tingkat kebersihan dan kemanan produk yang dihasilkan.

Perkembangan teknologi informasi dan multimedia yang berkaitan dengan perkembangan sektor pertanian turut berdampak pada peningkatan kualitas sumber daya tenaga penyuluh. Penyuluh pertanian kini dituntut untuk memahami dan menguasai teknologi informasi dan komunikasi secara aktif. Penyuluh harus dapat mengoptimalkan penggunaan Cyber Extension sebagai sarana/media informasi, sehingga akan menciptakan suatu usahatani yang lebih produktif dan efisien.

Secara ideal seorang penyuluh harus mampu berperan sebagai guru, analisator, konsultan dan organisator. Namun di Sulawesi Utara, fungsi penyuluhan pertanian seperti itu belum berjalan optimal, karena perhatian pemerintah daerah pada tenaga penyuluh dan penyelenggaraan penyuluhan pertanian belum optimal. Secara umum, kapasitas penyuluh perlu terus ditingkatkan dalam hal kualitas dan kuantitas pelatihan non teknis dan skill penyuluh pertanian sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan di hierarki operasional.

Upaya perbaikan dan peningkatan sistem perladangan lahan kering sepeerti di NTT dapat dilakukan melalui dua strategi. Cara pertama adalah perbaikan teknologi sistem perladangan dan transformasi sistem perladangan menuju pertanian transisi maju yang dilakukan melalui tindakan perbaikan dalam jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang. Pengembangan usahaternak menuju industri peternakan masa depan di Provinsi Maluku perlu dilakukan melalui konsep pengembangan kawasan gugus pulau berbasis peternakan yang dikelola secara berkelanjutan dan berakses ke industri peternakan hulu sampai hilir.

Konsep tersebut mengarahkan usahaternak pada kondisi yang berpeluang pada peningkatan keuntungan dan daya saing. Semua hal tersebut membutuhkan peran Pemerintah Daerah untuk meningkatkan pelayanan teknis, penyediaan fasilitas secara efisien efektif, sehingga dapat menekan biaya transportasi, lebih menjamin terwujudnya keterkaitan agribisnis hulu-hilir, memudahkan pelaksanaan koordinasi dan pembinaan serta terwujudnya pola kemitraan peternak dengan pengusaha.

Di era industri presisi yang berbasis digital, prinsip keberlanjutan dalam pemanfaatan lahan rawa untuk pertanian di Kalimantan Selatan dan Riau sangat penting. Keberlimpahan ketersediaan air di lahan pasang surut Kalimantan Selatan merupakan syarat untuk sebuah pertanian yang ideal. Penggunaan alat mesin pertanian spesifik lahan rawa telah mampu meningkatkan produksi padi dalam arti luas dari pertanaman karena mampu mengatasi kesulitan dalam mengolah lahan dan mengurangi jumlah tenaga kerja di lahan pertanian tersebut.

Sedangkan di Provinsi Riau dikembangkan model kolaborasi permanen untuk pengelolaan sentra produksi padi di lahan rawa pasang surut Desa Bunga Raya, Kabupaten Siak. Tipe kolaborasi yang didesain diharapkan dapat menjadi kolaborasi yang permanen, bukan sekedar kolaborasi yang bersifat sementara atau bahkan hanya sekedar interaksi pada level rendah.

Berbagai naskah yang mengandung pemikiran, saran dan diskusi yang mendalam disajikan secara menarik dalam 3 (tiga) bagian. Bagian pendahuluan ini dimaksudkan sebagai pengantar pembaca dalam upaya memahami berbagai hubungan dan keterkaitan fungsi teknologi produksi dan teknologi presisi yang akan menjadi penciri utama pertanian modern dan maju di Indonesia.

KESIAPAN PEMERINTAH DAERAH

Kesiapan Pemda dan Petani Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 Sektor Pertanian di Jawa Barat

Dedi Sugandi dan Erni Gustiani

Revolusi Industri merupakan titik balik pada berbagai bidang seperti pertanian, pertambangan, transfortasi, manufaktur, dan teknologi untuk menghasilkan barang atau jasa, sebagai dampak dari proses transformasi yang cepat sehinggga berpengaruh signifikan terhadap perubahan tatanan sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat di berbagai belahan dunia.

Berdasarkan catatan sejarah revolusi industri dibagi empat fase, yaitu: (1) Fase Revolusi Industri 1.0, terjadi pada abad ke 18 yaitu sekitar tahun 1750-1830. Fase ini ditandai dengan mekanisasi produksi untuk menunjang efektifitas dan efisiensi aktivitas manusia yang diawali dengan adanya penemuan mesin uap yang digunakan untuk pengganti tenaga manusia, ternak, air, dan angin. Revolusi ini berdampak pada peningkatan produksi yang berlipat ganda, serta dapat didistribusikan ke berbagai wilayah secara massif; (2) Fase Revolusi Industri 2.0, terjadi pada abad ke 19-20, yaitu sekitar tahun 1870 hingga 1970'an, dicirikan oleh produksi massal dan standarisasi mutu. Hal tersebut merupakan dampak dari penemuan energi listrik serta konsep pembagian tenaga kerja untuk menghasilkan produksi masal, serta standarisasi produk. Pada era ini ditemukan pula teknologi ban berjalan, mesin telegraf, lampu, mobil, hingga pesawat terbang, dan pada era ini terjadi pula perubahan wajah dunia secara signifikan; (3) Fase Revolusi Industri 3.0, terjadi pada pertengahan abad ke 20, yang dimulai sekitar tahun 1970. Era ini, ditandai dengan penyesuaian massal dan fleksibilitas manufaktur berbasis otomatisasi dan robot, melalui pemanfaatan mesin yang bisa bergerak dan berpikir secara otomatis yang disebut robot dan komputer. Di saat ini Revolusi tidak hanya terjadi pada bidang industri namun juga di bidang informasi; (4) Fase Revoluasi Industri 4.0, fase ini hadir menggantikan industri 3.0 yang ditandai dengan cyber fisik dan otomatisasi manufaktur (Herman et al., 2015).

Revolusi industri generasi ke-4 memiliki skala, ruang lingkup dan kompleksitas yang lebih luas. Kemajuan teknologi baru yang mengintegrasikan dunia fisik, digital dan biologis telah mempengaruhi semua bidang keilmuan seperti ekonomi, industri, dan pemerintahan (Rosyadi, 2018).

Pada Era Revolusi 4.0, bidang-bidang yang mengalami terobosoan antara lain: (1) robot kecerdasan buatan (*artificial intelligence robotic*), (2) teknologi nano, (3) bioteknologi, (4) teknologi komputer kuantum, (5) *blockchain* (seperti *bitcoin*), (6) teknologi berbasis internet, dan (7) printer 3D. Revolusi industri 4.0 mendorong sistem otomatisasi di dalam semua proses.

Teknologi internet yang semakin masif tidak hanya menghubungkan jutaan manusia di seluruh dunia, tetapi juga menjadi basis bagi transaksi perdagangan dan transportasi secara online seperti munculnya bisnis retail dengan omset tinggi tapi tidak punya stock barang (*Alibaba. com*) , dan bisnis transportasi online besar tapi tidak punya kendaraan (Gojek, Uber dan Grab), hal ini menunjukkan integrasi aktivitas manusia dengan teknologi informasi dan ekonomi menjadi semakin meningkat. Berkembangnya teknologi mobil tanpa supir (*autonomous vehicle*), drone, aplikasi media sosial, bioteknologi dan nano teknologi semakin menegaskan bahwa dunia dan kehidupan manusia telah berubah secara fundamental (Rosyadi, 2018).

Kunci dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 selain menyiapkan kemajuan teknologi, infrastruktur pendukung, juga harus melakukan pengembangan sumber daya manusia. Tulisan ini menguraikan fenomena disrupsi pada era Revolusi Industri 4.0, strategi Indonesia menghadapi Revolusi Industri 4.0, Revolusi Industri 4.0 di Sektor Pertanian, respon pemerintah daerah terhadap Revolusi Industri 4.0 di sektor pertanian, dan kesiapan petani menghadapi Revolusi 4.0.

FENOMENA DISRUPSI PADA ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Revolusi Industri 4.0 secara fundamental mengakibatkan perubahan cara manusia berpikir, hidup, dan berhubungan satu dengan yang lain (Prasetyo dan Trisyanti, 2018; Prasetyo dan Wayudi, 2018). Era ini disebut dengan era disrupsi. Pengertian disrupsi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah hal yang tercabut dari akarnya, atau bisa juga diartikan sebagai perubahan yang fundamentalis. Era disrupsi merupakan fenomena ketika masyarakat menggeser aktivitas-aktivitas yang awalnya dilakukan di dunia nyata ke dunia

maya. Fenomena ini berkembang pada perubahan pola dunia bisnis. Kemunculan transportasi *online* adalah salah satu dampaknya yang paling populer di Indonesia.

Era disrupsi Menurut Melynda (2018), dapat dijadikan hambatan ataupun keuntungan oleh pelaku bisnis, dimana seluruh aktifitas/kegiatan menggunakan media online/internet, jika para pelaku bisnis market leader pintar dalam mencari celah atau solusi yang tepat dalam menjalankan bisnisnya, maka era disrupsi ini sebagai keuntungan bagi mereka. Abrani (2018), menyatakan bahwa disrupsi tidak hanya terjadi dalam bidang ekonomi. hukum, pendidikan, pelayanan kesehatan, dan pemerintahan adalah beberapa contoh bidang yang juga terdisrupsi. Berbicara mengenai disrupsi bukan hanya tentang berbagai lini yang menjadi berbasis digital. Lebih dari itu, disrupsi akan dihadapkan pada efisiensi, kecepatan, kenyamanan, dan kualitas.

Hal yang sering disorot dalam ekonomi disruptif adalah kemunculan moda transportasi online. Jika kita dapat melihat secara positif, adanya transportasi online ini sangat membantu dalam mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia. Hal ini diperkuat dari rilis BPS (2017) bahwa bidang transportasi online menyumbangkan perluasan kesempatan kerja. Selain itu, transportasi online ini menciptakan pasar baru bagi siapa saja yang ingin melakukan usaha karena disruptif dalam bisnis sendiri berarti merubah pasar yang sudah yang bersifat tertutup menjadi pasar yang bersifat terbuka. Selain itu, transportasi online mendorong adanya produktivitas masyarakat serta efisensi yang signifikan.

Disamping bidang transportasi, industri keuangan dan perbankan pun mengalami hal serupa. Munculnya *financial technology* (fintech) dari industri keuangan yang ditandai dengan munculnya bank nirkantor (branchless banking) dimana kegiatan jasa keuangan dan perbankan tidak dilakukan di kantor lembaga keuangan, melainkan memanfaatkan teknologi yang sudah berkembang pesat, hal ini sangat memudahkan lembaga dan masyarakat dalam pelayanan serta investasi. Bank Rakyat Indonesia (BRI) merupakan salah satu contoh perbankan yang mendisrupsi dirinya sendiri dengan meluncurkan satelit miliknya sendiri. Hal ini kemungkinan akan diikuti oleh banyak industri keuangan dan perbankan lainnya yang tak ingin ketinggalan dalam merespons perubahan zaman.

Disrupsi di media sosial pun telah terjadi. sehingga menimbulkan digital mindset di sisi pemerintah. Beberapa tahun terakhir ini, banyak ditemukan penyebaran konten-konten positif serta transparansi kegiatan pemerintah di media sosial. Selain itu, pemerintah juga mengambil tindakan dalam pemblokiran dan pembatasan akun-akun media sosial yang terindikasi menyebarkan konten-konten negatif. Dunia pemerintahan pun sedikit demi sedikit telah mengalami disrupsi yang digambarkan dari penerapan e-governance meskipun belum diberlakukan oleh seluruh pemimpin daerah. Hal tersebut menjadikan segala proses birokrasi menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien dibandingkan sebelumnya. Selain bidang-bidang yang sudah disebutkan di atas, masih banyak contoh disrupsi dari berbagai bidang yang memberikan dampak secara luas bagi masyarakat.

Menurut Melynda (2018), terdapat beberapa hal yang sangat berpeluang terjadi pada era disrupsi, diantaranya : (1) Penghematan biaya bisnis karena dilakukan pada dunia maya dan menjadi lebih simple, (2) Era disrupsi menciptakan pasar baru sehingga bisnis yang selama ini tertutup dapat menjadi terbuka, (3) Produk atau menjadikan kualitas produk dari bisnis menjadi lebih baik dengan perkembangan yang pesat, (4) Layanan pada era disrupsi lebih mudah di akses dan dipilih seperti online *shop* dimana konsumen hanya membuka toko melalui dunia maya lalu memesan serta mengaksesnya dari internet, dan (5) Era disrupsi membuat segala hal yang sekarang menjadi serba smart/pintar, kedepan akan menjadi lebih pintar, lebih menghemat waktu, dan lebih akurat.

Bagi para pelaku bisnis, era disrupsi bisa menjadi peluang untuk memperoleh keuntungan yang besar, tapi banyak pula yang merasakan kesulitan dalam menjalankannya. Dengan cara melakukan uji coba untuk beradaptasi dengan era disrupsi, peluang untuk memperoleh keuntungan sangat terbuka. Beberapa cara yang dapat dilakukan pelaku bisnis dalam beradaptasi dengan era disrupsi, antara lain :

1. Memantau perubahan tren dalam bisnis. Hal ini dilakukan untuk melihat inovasi apa saja yang dibuat pesaing lain agar bisnisnya tidak tertinggal dan mati. Hasil pemantauan dapat digunakan untuk melakukan adaptasi dan antisipasi, sehingga efek disrupsi dapat diminimalisir, atau bahkan bisa jadi *agent of disruption*, yaitu menjadi pemain dalam disrupsi.

2. Riset. Melakukan riset untuk melihat kecenderungan bisnis yang menunjukkan trend perubahan kearah yang lebih positif. Informasi hasil riset bisa dijadikan acuan dalam menentukan arah bisnis selanjutnya. Oleh karena memiliki fungsi riset atau R&D (*research and development*) adalah keharusan.

3. Pengelolaan terhadap risiko. Lingkungan yang terdisrupsi pada dasarnya akan menjadi pemicu dari resiko bisnis. Oleh karena itu, bisnis harus dapat mengelola disrupsi sebagai suatu pencegahan risiko. Disrupsi harus dikelola dengan baik agar bisa dijadikan peluang bisnis.

4. Inovasi. Pelaku bisnis harus terus menerus berinovasi. Pelaku bisnis tidak boleh melakukan penundaan inovasi dan terus berfikir maju agar bisnisnya dapat terus berkembang,

5. *Partnership*. Era disrupsi pada masa ini membuat bisnis sulit untuk bertempur sendiri karena persaingan sudah sangat kompleks dan proses bisnis sudah terinklusi. Solusinya adalah melakukan kolaborasi dan aliansi strategis mulai dari sisi input sampai output dalam *supply chain* agar bisnis lebih efektif dan efisien.

STRATEGI INDONESIA MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Indonesia dengan potensi sumber daya alam dan sumber daya manusia yang melimpah, sejatinya mampu menjadi negara yang unggul di era industri 4.0. Namun, diakui kemampuan penguasaan teknologi kita tergolong masih tertinggal. Kapasitas IPTEK masih berada di kelas-3. Lebih dari 75% kebutuhan teknologi berasal dari impor

Indonesia berada diurutan ke 14 di Asia, dan ke-62 dari 63 negara di dunia dalam daya saing digital meningkatkan ekonomi dan efisiensi di berbagai bidang tahun 2018 (IMD World Digital Competitiveness Ranking, 2018). Kondisi tersebut menyebabkan posisi Indonesia berada pada kategori *'Nascent Countries'* atau negara yang baru 'melek' untuk menyongsong RI 4.0 dalam Readiness for the Future of Production Report 2018 (WEF, 2018). Pemerintah meresponnya dengan membuat peta jalan "*Making Indonesia* 4.0", bertujuan untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi yang lebih baik.

Dalam peta jalan tersebut di atas, terdapat lima sektor industri yang menjadi fokus implementasi, yaitu: makanan dan minuman (mamin), tekstil, otomotif, elektronik, dan kimia. Kelima industri ini merupakan tulang

punggung perekonomian yang diharapkan akan mampu memberikan efek ungkit yang besar, meningkatkan daya saing, serta memberikan kontribusi nyata terhadap ekonomi Indonesia. Selain itu, *Making Indonesia* 4.0 memuat 10 inisiatif Nasional yang bersifat lintas sektoral untuk mempercepat perkembangan industri manufaktur.

Ke sepuluh inisiatif tersebut adalah: (http:// shiftindonesia.com 2019):

Pertama, perbaikan alur aliran barang dan material. Upaya ini akan memperkuat produksi lokal pada sektor hulu dan menengah melalui peningkatan kapasitas dan percepatan adopsi teknologi. *Kedua,* mendesain ulang zona industri. Dari beberapa zona industri yang telah dibangun di penjuru negeri, Indonesia akan mengoptimalkan kebijakan zona-zona industri tersebut dengan menyelaraskan peta jalan sektor-sektor industri yang menjadi fokus dalam *Making Indonesia* 4.0.

Ketiga, mengakomodasi standar-standar keberlanjutan yang berpeluang untuk membangun kemampuan industri nasional, seperti yang berbasis teknologi bersih, tenaga listrik, biokimia, dan energi terbarukan. *Keempat*, memberdayakan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). Dalam hal ini, pemerintah berkomitmen untuk mendukung pelaku usaha UMKM dengan membangun *platform e-commerce*, yang dapat dimanfaatkan petani dan pengrajin.

Kelima, membangun infrastruktur digital nasional, termasuk internet dengan kecepatan tinggi dan meningkatkan kemampuan digital melalui kerja sama antara pemerintah dengan publik dan swasta untuk dapat berinvestasi di teknologi digital seperti *cloud*, *data center*, *security management* dan infrastruktur *broadband*. *Keenam,* menarik minat investasi asing, untuk mendorong transfer teknologi ke perusahaan lokal. *Ketujuh,* peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM).

Kedelapan, pembangunan ekosistem inovasi, melalui pengembangan cetak biru pusat inovasi nasional, mempersiapkan percontohan pusat inovasi dan mengoptimalkan regulasi terkait, termasuk di antaranya yaitu perlindungan hak atas kekayaan intelektual.

Kesembilan, insentif untuk investasi teknologi, melalui desain ulang rencana insentif adopsi teknologi, seperti subsidi, potongan pajak perusahaan, dan pengecualian bea pajak impor bagi perusahaan yang berkomitmen untuk menerapkan teknologi industri 4.0.

Kesepuluh, harmonisasi aturan dan kebijakan untuk mendukung daya saing industri dan memastikan koordinasi pembuat kebijakan yang erat antara kementerian dan lembaga terkait dengan pemerintah daerah.

Indonesia telah mengawali proses adaptasi terhadap industri 4.0 dengan meningkatkan kompetensi sumber daya manusia melalui program *link and match* antara pendidikan dengan industri. Upaya ini dilaksanakan secara sinergis antara Kementerian Perindustrian dengan kementerian dan lembaga terkait seperti Bappenas, BUMN, Kementerian Ketenagakerjaan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, serta Kemenristek Dikti.

Kementerian Perindustrian telah menetapkan empat langkah strategis dalam menghadapi Industri 4.0, yaitu:

Pertama, menyiapkan SDM terampil yang siap pakai di sektor industri dengan cara mendorong angkatan kerja di Indonesia untuk terus belajar dan berinovasi dalam rangka memahami penggunaan teknologi internet of things atau mengintegrasikan kemampuan di bidang internet dengan lini produksi di industri. Dalam Revolusi industri 4.0 resikonya adalah ada beberapa jenis pekerjaan yang terdisrupsi. Revolusi industri 4.0 di Indonesia harus bisa menjadi jembatan penghubung antara pelajar dengan dunia kerja yang relevan agar SDM unggul tercapai sesuai cita-cita pendidikan,

Kedua, memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan produktifitas dan daya saing bagi industri kecil dan menengah sehingga mampu menembus pasar global,

Ketiga, mendorong industri nasional untuk dapat menggunakan teknologi digital seperti Big Data, Cybersecurity, Autonomous Robots, Cloud, dan Augmented Reality. Tujuannya adalah untuk menaikkan efisiensi dan mengurangi biaya sekitar 12-15 persen. Beberapa sektor indusutri telah menerapkan langkah ini, diantaranya industri petrokimia, semen, otomotif, serta makanan dan minuman. Misalnya dalam industri otomotif, proses produksinya sudah menggunakan sistem robotic dan infrastruktur internet of things,

Keempat, melakukan inovasi teknologi melalui pengembangan *startup* dengan memfasilitasi lokasi inkubasi bisnis. Upaya ini telah dilakukan dengan mendorong penciptaan wirausaha berbasis teknologi yang dihasilkan dari beberapa technopark yang dibangun di beberapa wilayah di Indonesia. Jadi

dari seluruh ekosistem ini, pemerintah berkeinginan merajut kebijakan strategis ke depan untuk memacu pertumbuhan dan daya saing industri nasional, termasuk menyiapkan insentifnya.

REVOLUSI INDUSTRI 4.0 SEKTOR PERTANIAN

Pertanian merupakan sektor yang memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan rakyat. Jumlah penduduk yang terus bertambah perlu diimbangi dengan peningkatan ketersediaan pangan yang cukup. Oleh karena itu, sektor pertanian seyogyanya diintegrasikan dengan perkembangan teknologi untuk melipatgandakan hasil produksi. Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan penggunaan mesin otomatis yang terintegrasi dengan jaringan internet diharapkan menjadi solusi bagi percepatan pencapaian target swasembada pangan nasional yang berkelanjutan.

Dalam upaya percepatan tersebut, pemerintah dalam hal ini Kementrian Pertanian melakukan berbagai langkah terobosan antara lain: Program pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas melalui transformasi lembaga pendidikan Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian (STPP) menjadi Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan), dalam pengembangan pendidikan vokasi pertanian. Mengubah sifat dan pola pikir mahasiswa jaman sekarang, kampus harus bisa mengasah dan mengembangkan bakat seorang mahasiswa, serta institusi pendidikan tinggi pertanian harus mampu mengubah model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri. Pengembangan bibit dan sarana prasarana berbasis inovasi teknologi, serta penguatan kelembagaan petani (Faizal, 2018).

Pemberian bantuan alat mesin pertanian bagi petani yang tergabung dalam wadah Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) yang memiliki Badan Hukum, modernisasi alat melalui penerapan metode S*mart Farming* 4.0, diantaranya *Agri Drone Sprayer* penyemprot pestisida dan pupuk cair, *Drone Surveillance* untuk pemetaan lahan serta *Soil and Weather Sensor* (sensor tanah dan cuaca). Data yang diperoleh dari sensor ini diantaranya kelembaban udara dan tanah, suhu, pH tanah, kadar air, hingga estimasi masa panen.

Penerapan metode *Smart Farming* 4.0 bukan sekadar penerapan teknologi, namun kunci utamanya adalah adanya data yang terukur, terintegrasi dengan aplikasi berbasis android, serta peringatan dini. Petani akan menerima informasi jika terjadi anomali terhadap kondisi lahan mereka, juga akan mendapatkan rekomendasi pencegahan kerusakan lahan dan tanaman.

Smart Farm (pertanian cerdas), termasuk dalam kategori pertanian dalam ruangan, memakai sistem yang bisa mengatur suhu, sumber air, kelembaban udara, nutrisi, dan LED tipe *grow light* khusus sebagai alternatif pengganti sinar matahari. *Smart Green House* (rumah pertanaman pintar), adalah rumah pertanaman pintar versi (1) yang terintegrasi dengan sistem operasi android.

Hal ini memungkinkan untuk melakukan kontrol dan pengawasan rumah pertanaman dari jarak jauh (*remote*). Keunggulan metode ini antara lain (1) sebagai rumah tanaman, dimana iklim mikro yang dibutuhkan tanaman sebagai syarat tumbuhnya (suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan lengas tanah) dapat dikendalikan sesuai dengan syarat tumbuh tanaman; (2) dapat diakses menggunakan *Smartphone* berbasis android, sehingga dapat diakses dimana saja dan kapan saja asal smartphone terkoneksi dengan internet.

Selain itu Kementan juga menyiapkan berbagai layanan inovasi kekinian bagi masyarakat, berupa aplikasi teknologi berbasis online untuk mendukung percepatan peningkatan produksi pangan dan kesejahteraan petani, al :

SIMOTANDI adalah Sistem Monitoring Pertanaman Padi yang menggunakan citra satelit beresolusi tinggi untuk dapat membaca potensi hasil panen (*standing crop*) tanaman padi.

KATAM (Kalender Tanam Terpadu), berfungsi untuk mengetahui waktu tanam, rekomendasi pupuk, dan penggunaan varietas.

SIMANTAP (Sistem Informasi Pemantauan Tanaman Pertanian)**,** sistem ini menggunakan basis penginderaan jauh yang menyajikan informasi secara dinamik, pemantauan digunakan pada tanaman padi, jagung, tebu, cabe, dan bawang merah berbentuk peta spasial, tabulasi (tabular) dan grafik. Integrasi aplikasi Simantap dengan data iklim dapat membantu upaya antisipasi perubahan iklim.

TAKESI (Teknologi Android Kesehatan Sapi), aplikasi berisikan informasi untuk mengenal penyakit dan gangguan reproduksi pada ternak sapi. Aplikasi dirancang untuk membantu para peternak sapi, penyuluh, dan mahasiswa, atau masyarakat pencinta dunia peternakan. Aplikasi ini digunakan pula untuk mendukung program pemerintah, yaitu upaya husus sapi indukan wajib bunting (SIWAB) demi mewujudkan swa sembada daging sapi dan kerbau di Indonesia.

MyAgri adalah sistem informasi teknologi budidaya tanaman sayuran berbasis mobile. Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan petani dalam meningkatkan produksi tanaman sayuran dengan menggunakan konsep PHT (Pengendlian Hama Terpadu). Didalam aplikasi ini terdapat informasi jenis hama penyakit pada tanaman sayuran dan pencegahanya melalui penggunaan database pestisida tepat guna, yang telah dikembangkan berdasarkan buku panduan pestisida dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Aplikasi teknologi berbasis online tersebut dapat diakses melalui layanan gogle play store, dan telah disosialisasikan oleh Badan Litbang Petanian melalui Balai Pengkajian Teknologi Petanian (BPTP) yang berada di setiap provinsi. Disamping aplikasi teknis, Kementan melalui Badan Ketahanan Pangan juga telah membangun *e-commerce* Toko Tani Indonesia (TTI), bertujuan untuk menyajikan aplikasi penunjang kegiatan penyaluran dan pemasaran produk-produk hasil pertanian.

Pembentukan TTI diharapkan dapat berfungsi untuk: (1) mendukung stabilisasi pasokan dan harga pangan; (2) menyerap produk pertanian nasional khususnya bahan pangan pokok dan strategis; dan (3) memberikan kemudahan akses dan meningkatkan daya beli masyarakat terhadap bahan pangan pokok dan strategis. TTI dapat berfungsi juga dalam memotong mata rantai distribusi, yaitu petani yang tergabung dalam Gapoktan kepada TTI dan TTI menjual langsung kepada konsumen.

Kegiatan TTI di seluruh Indonesia, telah melibatkan 1.399 Gapoktan sebagai pemasok bahan pangan, yang didalamnya terlibat 125.910 petani dan 3.655 TTI sebagai outlet dalam memasarkan produk petani. Dari sisi pengendalian harga pangan, TTI telah berkontribusi dalam menstabilkan harga pangan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *coefisien variation* (CV) di bawah 5% sebagai salah satu pengukuran dalam menghitung stabilisasi harga beras. Dalam rangka merespon tantangan era digitalisasi dan perdagangan *e-commerce*, serta memudahkan aksesbilitas masyarakat terhadap layanan TTI, telah dikembangkan aplikasi *e-commerce* TTI bagi wilayah Jabodetabek melalui layanan online berbasis aplikasi, yang dapat diakses melalui website dengan alamat: tti.pertanian.go.id.

Di bidang hortikultura, Kementan melalui Dirjen Hortikultura, telah membangun aplikasi SIPASHORTI (Sistem Informasi Pasar Hortikultura), aplikasi ini bertujuan untuk melayani masyarakat akan kebutuhan informasi

terkait harga komoditas hortikultura per provinsi, hingga kabupaten di tingkat petani sampai eceran. Selain itu menyertakan harga di pasar induk hingga pasar lelang. *Website* ini dikelola melalui unit Pelayanan Informasi Pasar (PIP).

Dampak dari berbagai program terobosan yang dilakukan Kementan tersebut dalam jangka pendek menunjukkan hasil terhadap peningkatan produksi beberapa komoditas strategis, seperti padi pada tahun 2017 mencapai 81,16 juta ton, jagung 29,86 ton, bawang merah 1,47 juta ton, cabai merah 2,38 juta ton, lebih tinggi dibanding produksi tiga tahun sebelumnya masing-masing sebesar 14,42 % untuk komoditas padi , jagung 52,17 %, bawang merah 18,79 %, dan cabai merah 27,09 % (Kariyasa dalam Sinar Tani.com, 2018).

Diarmita dalam *independensi.com* (2019), menyampaikan capaian capaian realisasi Inseminasi Buatan/IB pada ternak sapi potong pada tahun 2017-2019 mencapai 105% atau 10.543.296 ekor akseptor dari target 10 juta, realisasi kebuntingan mencapai 69,19% dari target 7,2 juta kebuntingan; serta realisasi kelahiran mencapai 64,18% dari target 5,76 juta ekor.

Untuk jangka panjang diperlukan berbagai langkah yang lebih tepat, mengingat adanya fakta bahwa dari total populasi petani Indonesia tahun 2018 sekitar 35,9 juta jiwa, baru sebagian kecil (sekitar 15 %) yang telah mengakses jaringan internet. Sebagian besar (86,3 %) petani berpendidikan setingkat SLTP ke bawah, dan sekitar 85 % petani berumur lebih dari 35 tahun

Guna menerapkan teknologi yang disebutkan di atas, diperlukan akses terhadap jaringan internet yang baik. Kenyataannya masih banyak daerah di Indonesia khususnya di luar Jawa yang belum memiliki jaringan internet dengan kapasitas memadai.

Diperlukan biaya yang cukup untuk pengadaan alat penunjang pertanian berteknologi kekinian seperti *automatic tractor*, dimana petani bisa mengontrol traktor menggunakan *remote*, drone pertanian untuk penyemprot pestisida, serta *smart irrigation system*, yaitu irigasi bawah tanah yang digunakan untuk tanah kering dengan sistem kerja mengatur kelembaban tanah sesuai dengan kebutuhan. Alat-alat tersebut relatif masih sangat mahal bagi kalangan petani umumnya di Indonesia.

Kondisi seperti ini membutuhkan langkah strategis yang harus segera dilakukan, yaitu:

- menyiapkan tenaga penyuluh pendamping lapangan yang telah dibekali teknik penyuluhan dan teknologi kekinian sesuai dengan klasifikasi petani berdasarkan tingkatan era revolusi industri;
- membangun infrastruktur digital berbasis Revolusi Industri 4.0 di wilayah sentra-sentra produksi pertanian;
- mendorong para pelaku usaha untuk ambil bagian dalam mendukung penarapan teknologi 4.0 sektor pertanian melalui skema kemudahan dan insentif terhadap akses kredit perbankkan maupun peningkatan proporsi anggaran negar;
- harmonisasi regulasi dan tata aturan untuk memastikan koordinasi antara berbagai pemangku kebijakan mulai dari pusat, daerah, hingga tingkat petani dapat berjalan dengan baik. Melalui keempat langkah tersebut diharapkan penerapan teknologi 4.0 dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan produksi, dan kesejahteraan masyarakat, serta terwujudnya cita-cita Indonesia sebagai lumbung pangan dunia tahun 2045 dapat tercapai.

RESPON PEMDA TERHADAP REVOLUSI INDUSTRI 4.0 PADA SEKTOR PERTANIAN

Pemda Provinsi Jabar memiliki visi "Terwujudnya Jabar Juara Lahir Batin dengan Inovasi dan Kolaborasi" (nilai religius, nilai bahagia, nilai adil, nilai kolaboratif dan nilai inovatif) yang dijabarkan ke dalam lima misi pembangunan serta sembilan program unggulan, meliputi: Misi *pertama*, membentuk manusia pancasila yang bertaqwa; Misi *kedua*, melahirkan manusia yang berbudaya, berkualitas, bahagia dan produktif; Misi *ketiga*, mempercepat pertumbuhan dan pemerataan pembangunan berbasis lingkungan dan tata ruang yang bekelanjutan; Misi *ke empat*,meningkatkan produktivitas dan daya saing ekonomi umat yang sejahtera dan adil melalui pemanfaatan teknologi digital dan kolaborasi dengan pusat-pusat inovasi serta pelaku pembangunan; Misi *kelima*, mewujudkan tata kelola pemerintahan yang inovatif dan kepemimpinan yang kolaboratif antara pemerintahan pusat, provinsi, dan kabupaten/kota.

Dari kelima misi tersebut, salah satu misi diantaranya telah sejalan dengan semangat era revolusi Industri 4.0, sektor pertanian yaitu pada misi ke empat yang berbunyi meningkatkan produktivitas dan daya saing ekonomi umat yang sejahtera dan adil melalui pemanfaatan teknologi digital dan kolaborasi dengan pusat-pusat inovasi serta pelaku pembangunan. Sasaran dari misi ini adalah untuk menjadikan nelayan juara, pariwisata juara, lingkungan juara, kelola sampah juara, tanggap bencana juara, ekonomi kreatif juara, buruh juara, industri juara, pasar juara, petani juara, umat juara, umkm juara, dan wirausaha juara.

Tujuan dari misi ke empat tersebut adalah untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkualitas dan berdaya saing serta mengurangi disparitas ekonomi, dengan sasaran: a). Jabar sebagai daerah pertanian, kelautan dan perikanan yang mandiri untuk mencapai kedaulatan pangan; b) Tercapainya pariwisata sebagai sumber pertumbuhan ekonomi inklusif; c) Meningkatnya peran industri dan perdagangan dalam stabilitas perekonomian Jabar; serta d) Meningkatnya kualitas iklim usaha dan investasi.

Visi dan misi tersebut menunjukkan bahwa arah pembangunan pertanian Jabar adalah untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing pertanian, melalui pemanfaatan teknologi digital dan kolaborasi dengan pusat-pusat inovasi dan pelaku pembangunan untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkualitas dan berdaya saing, dengan sasaran menjadikan Jabar sebagai daerah pertanian juara.

Hal tersebut menunjukkan bahwa Pemerintah Provinsi Jabar telah merespon era revolusi industri 4.0, melalui program-program unggulan, seperti : dibentuknya kebijakan industri dengan program berbagai inovasi pelayanan publik dan penataan daerah, dibangunnya kawasan industri lokal di kabupaten/kota, penyiapan infrastruktur ekonomi digital, inkubator bisnis dan kreatif berupa *startup company*. Namun ketimpangan digitalisasi masyarakat pedesaan dengan perkotaan menjadi salah satu problem Jabar dalam menghadapi revolusi industri 4.0. Guna penyelesaian masalah tersebut, Pemda Jabar menggagas program pembangunan *desa digital*.

Program desa digital merupakan langkah strategis pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan teknologi digital dan internet dalam pengembangan potensi desa, pemasaran, dan percepatan akses serta pelayanan informasi. Desa digital akan dikembangkan di 53 ribu desa seluruh Jabar. Melalui program ini diharapkan seluruh pelayanan publik di desa akan

didigitalisasi, terkoneksi dengan jaringan nirkabel, memiliki *command center*, akun media sosial untuk promosi dan berita, sistem *e-commerce*, serta memiliki aplikasi yang sesuai dengan karakter dan potensi ekonomi di masing-masing desa.

Tujuan pembangunan desa digital diharapkan bisa menjadi pendorong bagi pertumbuhan ekonomi masyarakat di pedesaan, sehingga ketimpangan kesejahteraan antara masyarakat kota dan desa dapat teratasi. Tahun 2019, infrastruktur jaringan internet pendukung desa digital ditargetkan dapat terpasang di 500 desa melalui kerja sama dengan Kemenkominfo. Dibidang pertanian Pemda Jabar membagi program desa digital kedalam empat bidang garapan yang saling bersinergi: permodalan, produksi/budidaya, pemasaran, dan bidang layanan kebutuhan (*on demand service*).

Bidang permodalan dikelola melalui kerjasama dengan PT. Bank Pembangunan Daerah (BPD) melalui program *One Village One Company* atau OVOC dengan sasaran terfokus pada kelembagaan BUMDES (Badan Usaha Milik Desa) di masing-masing Desa. Program OVOC ini secara ekonomi bertujuan untuk menciptakan masyarakat desa yang mampu mengelola dan mengembangkan potensinya sehingga masyarakat di sekitarnya dapat diberdayakan dan mencipatakan desa yang maju dan mandiri.

Bentuk layanan BPD, meliputi pembukaan akses keuangan dan perbankan di pedesaan Jabar melalui program layanan "Laku Pandai", yaitu Layanan Keuangan Tanpa Kantor dalam Rangka Keuangan Inklusif, untuk penyediaan layanan perbankan melalui kerja sama dengan pihak lain/agen bank, dan didukung dengan penggunaan sarana teknologi informasi menggunakan fitur EDC (*Electronic Data Capture*) dengan konsep *sharing fee*.

Terkait program OVOC, BPD melakukan percepatan akses keuangan seperti produk tabungan ataupun kredit bagi desa-desa di seluruh wilayah Jabar. Jenis usaha yang akan dikembangkan disesuaikan dengan potensi yang dimiliki oleh wilayahnya masing-masing.

Di Bidang produksi dan budidaya, Pemprov menggandeng Perguruan Tinggi dalam pembinaan dan pengawalan penggunaan teknolgi otomatisasi budi daya tanaman maupun peternakan, seperti pengaturan penggunaan air melalui aplikasi teknologi *drop watter system*, penggunaan drone untuk penyemprotan pupuk atau pestisida pada tanaman padi, pemasangan sensor pada ternak sapi perah untuk diteksi kondisi fisiologi ternak, seperti kondisi kesehatan, dan kebutuhan nutrisinya.

Di bidang pemasaran, Pemprov. Jabar juga telah menjalin kerja sama pemasaran produk pertanian hususnya sayur-sayuran dan buah dengan perusahaan perdagangan online, serta melakukan bimbingan teknis tentang bagaimana cara dagang di platfom digital, sekaligus mengajarkan petani mengemas produk agar memikat konsumen. Saat ini Pemprov Jabar cukup serius dalam mengembangkan ekonomi berbasis digital, dan berkomitmen untuk terus melakukan pendampingan selama masa transisi dari masyarakat manual ke digital karena diyakini digital merupakan kebutuhan dalam melayani seluruh aspek kepentingan di masyarakat.

Bidang layanan kebutuhan (*on demand service*), dilakukan melalui kerja sama dengan BUMN Telekomonikasi untuk layanan bimbingan teknis (bimtek) terhadap warga desa yang diberi nama *Patriot Desa Digital*. Program ini dapat memberikan pelatihan bagi warga desa agar faham dan mengerti tentang digital, selanjutnya didorong untuk membentuk komunitas berliterasi digital sebagai pionir pengembangan perekonomian masyarakat berbasis teknologi digital. Bimtek dilakukan bersama-sama dengan BUMDES. Kedepan para patriot desa ini diproyeksikan sebagai calon leader perusahaan pada kegiatan bisnis berbasis online, sementara BUMDES akan diperankan sebagai Perusahaan Induk berbagai kegiatan usaha desa.

Kegiatan layanan on demand untuk edukasi dan pengkajian, mengajak BPTP Balitbangtan Jabar melalui bingkai kerjasama. Untuk kegiatan edukasi dilakukan terhadap kelompok tani tentang manfaat dan peluang pelaksanaan usaha agro dalam pengelolaan satu manajemen, sedangkan untuk kegiatan pengkajian adalah studi terhadap faktor-faktor pendukung bagi penerapan teknologi oleh petani dalam wadah kelompok.

Dinas/OPD sub sektor pertanian sebagai operator pelaksana program pengembangan Desa digital, didorong untuk ikut serta melakukan langkah terobosan dalam menyiapkan layanan berbasis online sebagai langkah antisipasi akan kebutuhan masyarakat terhadap informasi.

Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura telah meluncurkan layanan informasi penyuluhan pertanian digital secara online setiap hari mulai jam 13.30, dipancarkan langsung dari Kantor Dinas Pertanian dan Hortikultura Provinsi Jabar. Layanan penyuluhan digital ini diberi nama Jarkomluhdes (Jaringan Komunikasi Penyuluhan Pedesaan), program inovatif berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk penyuluhan pertanian di pedesaan.

Ada dua komponen penting dalam Jarkomluhdes, yaitu input data kegiatan pertanian dan program tatap muka jarak jauh dalam bentuk *video conference* antara para anggota kelompok tani yang berkumpul di Posluhdes (Pos Penyuluhan Desa) dengan para Nara Sumber di Posko Jarkomluhdas, untuk menyampaikan dan mengkomunikasikan berbagai infomasi seputar dunia usaha pertanian serta mencari berbagai solusi terhadap masalah yang kadang-kadang muncul di lapangan.

Pos Penyuluh pertanian secara digital ini sudah ada di 18 Kabupaten di Provinsi Jabar, cara ini merupakan upaya transformasi penyuluhan bidang pertanian yang harus siap menghadapi era industri 4.0. Kelebihan dari layanan penyuluh digital secara online ini adalah dapat menyajikan infomasi dan solusi penanganan masalah-masalah pertanian secara *real time*. Sebagai contoh informasi tentang kelangkaan pupuk, antisipasi kekeringan, pengendalian hama dan penyakit, info pasar tentang harga-harga komoditas pertanian, serta informasi teknologi baru dari lembaga penelitian maupun perguruan tinggi.

Program Jarkomluhdes juga dapat digunakan sebagai media untuk penyampaian informasi tentang layanan informasi teknologi berbasis android produk Kementan melalui kerja sama dengan BPTP, diantaranya adalah informasi tentangi aplikasi Katam Terpadu untuk komoditas tanaman padi, jagung, dan kedelai, serta aplikasi myAgri untuk budidaya hortikuktura.

Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan (DKPP), telah melakukan fasilitasi Bimbingan teknis bagi para pelaku usaha produk peternakan dari 18 Kabupaten/kota se Jabar. Kegiatan ini bekerja sama dengan pelaku usaha online/e-commerce. Juga melakukan fasilitasi bagi industri peternakan ayam dalam penerapaan sistem digitalisasi kandang melalui konsep *closed house* (kandang tertutup) pada peternakan ayam. DKPP juga telah melakukan kerja sama dengan HPDKI (Himpunan Peternak Domba dan Kambing Indonesia) dalam pengembangan penerapan teknologi digital untuk klaster ternak domba, dan aplikasi klaster domba. Aplikasi ini dapat membantu peternak rakyat dalam hal manajemen produksi dan keuangan serta menyambungkan kepada *stakeholders* pendukung untuk menuju sebuah korporasi peternakan yang unggul dan berdaya saing.

Disbun menyiapkan beberapa layanan bagi masyarakat dalam bentuk aplikasi digital yang dapat diakses melalui *Google Play Store* pada *handphone* android, antara lain:

1. Aplikasi Sistem Informasi Kelompok Tani Perkebunan (SIMPONI), merupakan sistem aplikasi berbasis web yang digunakan Disbun Jabar untuk mengelola *data base* Kelompok Tani Perkebuan se Jabar yang di dalamnya menyajikan data tentang Kelompok Tani berdasarkan tahun berdiri, gambaran jumlah kelompok tani di masing-masing kabupaten/kota, persentase kelas kelompok, ringkasan kepemilikan lahan, dan ringkasan peta komoditas di masing-masing kabupaten/kota.
2. SIKONTAK, adalah aplikasi sistem informasi konsultasi petani kebun, dirancang sebagai salah satu alternatif solusi atas kemandegan komunikasi dan konsultasi pertanian perkebunan, disajikan dalam bentuk aplikasi online. Konsultasi online ini dapat dilakukan melalui alat komunikasi (Hp android, Tab, atau *portable computer*). Aplikasi SI KONTAK dapat diunduh di *Google Play Store*.
3. SISOLEHBUN, adalah aplikasi tentang Sistem Informasi Sertifikasi online Benih Perkebunan, ini digunakan dalam rangka melakukan kegiatan pelayanan sertfikasi benih tanaman perkebunan yang ada di Jabar.
4. SIPERUTLAPER, adalah layanan aplikasi tentang Sistem Inpormasi Peta Peruntukan Lahan Perkebunan di suatu lokasi atau wilayah dalam Provinsi Jabar.

Peluncuran program Desa Digital telah dilakukan langsung oleh Gubernur Jabar pada tanggal 10 Desember 2018 di desa Puntang Kecamatan Losarang, Indramayu, sedangkan untuk Launching Program *One Village One Company* (OVOC), dilaksanakan pada Kamis 20 Desember 2018 di Desa Sukalaksana, Kab. Garut. Targetnya pada awal tahun 2020 program OVOC dan desa Digital dapat diwujudkan sesui rencana yang telah ditetapkan.

Mencermati rancangan program Desa Digital serta program *One Vilage One Company* (OVOC) yang digagas Pemerintah Daerah Provinsi Jabar dalam rangka menyongsong era Revolusi Industri 4.0, merupakan gagasan yang patut diapresiasi karena dirancang secara lengkap melibatkan berbagai kalangan pemangku kebijakan (*stakeholders*) terdiri dari unsur pemerintahan, Perguruan Tinggi, dan Swasta/BUMN, bertujuan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat di pedesaan, serta mengurangi ketimpangan kesejahteraan antara masyarakat kota dan pedesaan.

Rancangan program mulai dari perencanaan, rancangan pelaksanaan, pembangunan infrastruktur, rancangan pembinaan dan pelatihan SDM, disusun dengan melibatkan pihak akademisi, dan pelaku usaha *e-commerce*, materi pelatihan dan bimbingan teknis seperti penguasaan teknologi digital, teknologi budidaya kekinian, penanganan dan pengemasan produk, serta teknik pemasaran *secara online*, penentuan sasaran pembinaan, sistem kerja, serta kelembagaan usaha, disusun dengan baik.

Komando dan pengawasan program dipimpin Gubernur. Namun rancangan tersebut terlihat masih lebih condong pada sisi produksi, sementara dari sisi konsumsi masih belum tampak, sehingga ada kekhawatiran akan timbulnya kendala pada saat pemasaran produk.

Demikian juga dari sisi rancangan teknis operasional dan aktivitas penyuluhan, secara eksplisit belum ditemukan dalam Renstra masing-masing OPD/Dinas terkait, padahal ini sangat penting sebagai pedoman dalam pelaksanaan fungsi monitoring, dan pengawalan di lapangan.

KESIAPAN PETANI MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Petani adalah orang yang melakukan usaha pada lahan pertaniannya atau memelihara ternak dengan tujuan untuk memperoleh kehidupan dari kegiatan itu, sedangkan pertanian adalah kegiatan manusia mengusahakan terus menerus dengan maksud memperoleh hasil-hasil tanaman ataupun hasil ternak, tanpa mengakibatkan kerusakan alam (Anwas Adiwilaga, 1992).

Soekartawi dalam *agrecia faperta ugm.ac.id* (2018), menyatakan bahwa petani dikelompokan menjadi petani kecil dan petani besar. Petani kecil adalah petani yang memiliki luas lahan kurang dari 0,25 ha lahan sawah di wilayah Jawa, dan 0,5 ha di wilayah luar jawa, memperoleh pendapatan rendah, kekurangan modal dan tabungan terbatas, serta memiliki pengetahuan terbatas. Gambaran karakteristik petani di Indonesia dan Provinsi Jabar saat ini, dapat dilihat pada Tabel 1.

Rata-rata petani berada pada katagori petani kecil, dengan penguasaan lahan rata-rata 0,64 ha, dan rata-rata di Jabar 0,54 ha (komposisi penguasaan lahan disajikan pada Tabel 2), tingkat pendidikan rendah, serta rata-rata usia mengarah pada katagori umur kurang produktif.

Tabel 1. Karakteristik Petani Indonesia dan Jabar tahun 2018

No.	Parameter	Indonesia		Jabar	
		Jumlah	%	Jumlah	%
1.	Populasi petani (jiwa)	35.923.886.	100	3.082.506	100
2.	Penguasaan Lahan (ha/jiwa)	0,65	-	0,54	-
3.	Tingkat Pendidikan :				
	≤ SLP	31.002..209	86,3	1.350.137	43,8
	SLA	4,454.008	12,4	1.424.117	46,2
	Perguruan Tinggi	467.669	1,3	308.251	10,0
4.	Umur (tahun) :				
	15-34	11.318.297	10,8	1.337.174	5.6
	35-54	14.889.882	70,6	1.168.360	65,6
	≥ 55	9.667209	18,6	1.804.906	28,8
5.	Pengguna Internet (ribu jiwa)	4.501.415	12,5	405.805	13,2

Sumber : Data diolah dari Statistik Ketenakerjaan Sektor Pertanian, Februari 2018.

Kondisi pendidikan petani seperti ini menurut Sukartawi (1986) menjadi kendala dalam proses adopsi teknologi baru. Demikian juga dengan faktor usia, menurut Sunar (2012), petani yang masuk pada katagori usia kurang produktf sering dianggap kurang luwes dan menolak teradap teknologi baru.Berdasarkan komposisi penguasaan lahan, rata-rata per petani berdasarkan jenis dan luas lahan di tingkat Nasional paling tinggi ditunjukan jenis lahan tegalan/kebun (46,2 %), diikuti lahan sawah (33,8 %), dan Ladang (20,0 %), sedangkan kompsisi penguasaan lahan petani di Jabar, jenis lahan paling tinggi adalah lahan sawah (53,7 %), diikuti lahan untuk kebun (35,2 %), dan ladang (11,1 %).

Tabel 2. Penguasaan Lahan Berdasarkan Luas dan Jenis Lahan per Petani di Tingkat Nasional dan Provinsi Jabar, tahun 2016

No.	Jenis Lahan	luas penguasaan lahan (ha)	
		Nasional	Jabar
1.	Sawah	0,22	0,29
2.	Tegalan/kebun	0,30	0,19
3	Ladang	0,13	0,06
	Total	0,65	0,54

Sumber : Diolah dari data statistik Pusdatin, 2017.

Data pada Tabel 2 menunjukkan jumlah petani pengguna internet, baik di tingkat nasional maupun Provinsi Jabar, yaitu di Tingkat Nasional terdapat sekitar 4,5 juta jiwa (12,5 %) dari total populasi petani Indonesia, dan sekitar 0,4

juta jiwa (13,2 %) dari total populasi petani Jabar. Petani diduga berasal dari kalangan petani yang memiliki pendidikan tinggi dan sebagian lagi dari kalangan berpendidikan menengah, hal tersebut sejalan dengan pendapat Mardikanto (1993) bahwa pendidikan tinggi akan berpengaruh terhadap tingkat pengetahuan dan keterampilan, dimana petani akan berusaha untuk memanfaatkan setiap kesempatan yang dapat memajukan usahataninya, semakin tinggi tingkat pendidikan akan menyebabkan petani lebih responsif terhadap adopsi teknologi.

Tabel 3. Data hasil analisis kesiapan petani menghadapi Era Revolusi Industri 4.0.

No.	Parameter diamati	Tingkat kesiapan (%)	
		Siap	Tidak siap
1.	Tingkat pendapatan (Rp.):		
	Tinggi	81,6	18,4
	Sedang	12,8	87,2
2.	Kelompok Umur :		
	Produktif (15-55) tahun	16,8	83,2
	Tidak Produktif (≥ 55 tahun)	5,6	94,4
3.	Status Gender :		
	Laki-laki	15,9	84,1
	Perempuan	7,2	92,8
4.	Pengalaman Pendidikan :		
	Mendapat penyuluhan	16,0	84,0
	Tdk memperoleh penyuluhan	12,9	87,1

Sumber : Nurmawiya dan Kurniawan (2019).

Bila dihubungkan dengan kesiapan petani terhadap pengaruh Revolusi Industri (RI) 4.0, hasil penelitian Nurmawiya dan Kurniawan (2019) menunjukkan adanya kecenderungan bahwa dengan semakin rendahnya tingkat pendapatan petani, maka semakin tidak siap menerima RI 4.0, demikian juga dengan kondisi umur, semakin tua usia petani maka semakin tidak siap menerima perubahan RI 4.0 hal ini sejalan dengan pernyataan (Nurdin, 2011), bahwa petani yang berusia 50 tahun keatas biasanya sulit menerima hal-hal baru.

Berdasarkan gender dan pendidikan, menunjukkan bahwa petani perempuan lebih tidak siap dibanding petani pria, demikian juga degan pengalaman pendidikan, menunjukkan bahwa petani yang tidak pernah memperoleh penyuluhan lebih tidak siap dibandingkan dengan petani yang pernah menerima penyuluhan. Secara keseluruhan hasil penelitian tersebut

menunjukkan bahwa petani yang telah siap menerima RI 4.0 hanya sebesar 13,9%. Hal tersebut berkesesuaian dengan data jumlah petani pengguna internet di Indonesia secara nasional, maupun pada tingkat provinsi di Jabar.

Dugaan di atas didukung oleh beberapa fakta yang menunjukkan banyaknya para pelaku usaha muda berpendidikan tinggi yang berhasil mengembangkan usaha berbasis pertanian melalui pemanfaatan aplikasi teknologi IoT (*Internet of Things*), seperti yang dilakukan oleh petani muda alumni Perguruan Tinggi Teknologi di Bandung, memanfaatkan teknologi sistem irigasi pintar pada usaha tani sayuran *green house* yang disebut *encomotion*.

Pada sistem irigasi ini pada prinsipnya menggunakan dua alat yaitu *Encomotion Monitoring dan Encomotion Controlling*. *Encomotion Monitoring* bekerja dengan cara mendeteksi temparatur, cahaya, kelembaban, curah hujan, dan arah angin. Data hasil deteksi tersebut kemudian dikirim ke server dan *dashboard encomotion* melalui jaringan internet. Data yang diterima oleh *dashboard encomotion* tersebut kemudian diproses oleh *encomotion controlling. encomotion controlling* akan bertanggung jawab mengatur sistem irigasi untuk tanaman. Alat tersebut digunakan untuk mengatur penyiraman tanaman sesuai kebutuhan tanaman (precision farming). Tujuan dari penggunaan Ecomotion adalah untuk memperoleh pertumbuhan tanaman paling optimal.

Selanjutnya petani muda berpendidikan sarjana pertanian dari Lembang Bandung Barat, mengembangkan ushaha tani sayuran hidroponik pada lahan seluas 5.000 m^2, dan juga melakukan kemitraan dengan petani disekitarnya, berhasil menjalankan usaha dengan omzet Rp. 240 juta per bulan. Kemudian petani Paprika asal Cisarua, Bandung Barat adalah seorang magister bisnis manajemen, berhasil mengembangkan usaha tani paprika hidroponik melalui penerapan sistem penjualan *business to consumers* (B2C), dan *business to business* (B2B), ada pula petani muda asal Bogor, mengembangkan usahatani tanaman rempah pada lahan miliknya seluas satu hektar, serta melalui kerjasama kemitraan dengan petani dan PTPN, pada lahan seluas 120 ha, dia adalah adalah lulusan S1 manajemen bisnis.

Selain kehadiran para pengusaha muda sektor petanian tersebut, ternyata diikuti juga dengan kemunculaan para pelaku usaha berbasis pertanian yang menawarkan layanan online, seperti layanan kurban dan aqiqah online (*aqiqah online for boy and girl, aqiqah murah online*), para penjual produk pertanian segar seperti pedagang online daging ayam syariah, pedagang beras organik, serta

food shop online seperti pedagang iga bakar, dapur pandan wangi, Kambing Bakar, Kedai Kopi, dan banyak lagi para pelaku usaha baru (*start up*) yang melayani kebutuhan petani/peternak seperti, pengadaan sarana produksi, layanan pendanaan, layanan informasi terkait kondisi lingkungan lahan usaha, serta informasi terkait informasi teknologi budidaya. Berikut beberapa pelaku bisnis bidang pertanian yang telah menjalin kerja sama dengan para petani wilayah Jabar, antara lain Startup Lisung tani yang menawarkan layanan lelang produk pertanian, Kecipir menjalin kerjasama produksi dengan petani di Bogor, Eragano dengan petani kentang di Garut, dan Habibi Garden bekerja sama dengan petani di Cisarua Bogor, juga beberapa Startup yang melayani kebutuhan sayuran dan buah-buahan di wilayah Jabodetabek.

Para pelaku usaha tersebut telah mengarah pada penerapan prinsip industri 4.0, yaitu bercirikan pemanfaatan teknologi yang mengitegrasikan cyber-physical, *bio technology*, dan *internet of things* (agrecia faperta ugm.ac.id, 2018), mengandung arti bahwa petani sudah harus siap menerapkan: (1) teknologi *cyber-physic* yaitu penggunaan alat yang berkaitan dengan teknologi yang mengarah pada pertanian presisi (*smart farming)*, melalui alat tersebut dapat memberikan informasi tentang kapan suatu lahan perlu dipupuk, disiram, kapan waktu tanam agar tidak kekeringan atau kebanjiran. (2) Bio-technology, adalah pemanfaatan organisma yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan produksi pertanian, memberikan multivitamin bagi tanaman, serta memperpanjang masa simpan.(3) Internet of things, adalah jaringan internet untuk mendapatkan segala informasi, data, dan berinteraksi dengan sesama petani, bahkan dengan para pemangku kebijakan (stake holders).

Program pembangunan Desa Digital yang digagas Gubernur Jabar merupakan salah satu upaya Pemda Provinsi Jabar dalam upaya percepatan penyiapan petani menghadapi Revolusi Industri 4.0. Sementara BPTP Jabar melalui kegiatan Temu Informasi Teknologi Pertanian (TITP) melaksanakan sosialisasi berbagai inovasi teknologi berbasis online seperti teknologi KATAM untuk tanaman padi, jagung, dan kedelai, My Agri untuk tanaman sayuran, dan aplikasi teknologi Takesi untuk penanganan dan pencegahan penyakit, serta reproduksi ternak sapi, yang dihadiri Pejabat yang kompeten dari Dinas lingkup pertanian provinsi, kabupaten/kota se Provinsi Jabar, Koordinator Penyuluh masing-masing Kabupaten/Kota di Jabar, KTNA (Kontak Tani Nelayan Andalan) tingkat Provinsi dan Kabupaten/Kota se Jabar, juga melakukan sosialisasi kepada mahasiswa dan pelajar yang melakukan magang atau kunjungan lapang ke BPTP, melaksanakan implementasi teknologi pada

berbagai kegiatan pengkajian, diseminasi, maupun pendampingan program strategi seperti implementasi teknologi KATAM pada kegiatan pendampingan UPSUS, penerapan inovasi aplikasi TAKESI pada program pendampingan SIWAB, dan aplikasi My Agri pada program pendampingan kawasan sayuran. Disamping itu, BPTP Jabar juga telah melakukan pendampingan terhadap beberapa pelaku usaha tani muda seperti di Kabupaten Garut, mendampingi pengusaha perbibitan kentang, dan di Kabupaten Karawang mendampingi pelaku pemasaran produk pertanian.

Berdasarkan uraian di atas, Nampak bahwa kesiapan petani di Jabar terhadap era revolusi Industri 4.0 dapat dikatagorikan sudah ada, namun jumlahnya baru mencapai 12,6% - 13,2% dari total populasi petani yang ada, selebihnya masih dikatagorikan belum siap. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah kebijakan seperti berikut :

- Meningkatkan kualitas petani, khususnya bagi yang belum tersentuh layanan informasi kekinian berbasis online melalui pendekatan pelatihan, penyuluhan, dan bimbingan teknis oleh petugas yang telah dibekali teknik penyuluhan serta teknologi kekinian untuk optimasi peningkatan produktivitas sesuai kebutuhan pasar.
- Meningkatkan peran peneliti dan penyuluh dalam penciptaan, pengembangan, dan penyebaran teknologi menggunakan aplikasi yang mudah difahami, dan diterapkan petani menuju era Industri 4.0.
- Meningkatkan kualitas SDM Pertanian melalui penyempurnaan kurikulum pendidikan Pertanian di Sekolah maupun Perguruan Tinggi Pertanian yang menekankan pada penerapan teknologi berbasis Industri 4.0.
- Membuat aturan dan kebijakan yang dapat melindungi kepetingan petani dari dampak negatif penerapan teknlogi yang semakin marak dan terbuka

Melalui sejumlah langkah di atas, diharapkan petani akan lebih siap dan mengikuti perkembangan penerapan teknologi yang mengarah pada era revolusi Industr 4.0, sesuai dengan posisi dan kapasitasnya masing-masing.

PENUTUP

Revolusi Industri 4.0 sektor pertanian adalah keniscayaan yang tidak dapat dihindari oleh siapapun, oleh karena itu seluruh unsur dan pemangku kebijakan pertanian harus berani untuk menyikapi dan mengikuti perkembangan pertanian berbasis teknologi menuju revolusi 4.0 guna menyongsong terciptanya pertanian Indonesia yang maju, mensejahterkan masyarakat, dan mampu bersaing di kancah internasional.

Pembinaan dan pelatihan terhadap pelaku industri pertanian seperti dilakukan Pemda Jabar melalui Pembangunan Desa Digital, merupakan salah satu upaya untuk pemanfaatan teknologi *smart farming* yang diintegrasikan dengan penggunaan berbagai layanan aplikasi internet, memudahkan petani dalam menentukan komoditas, waktu, tempat, dan teknologi, yang tepat, serta kemudahan dalam praktek produksi, hingga penjualan produk berbasis online. melalui layanan *e-commerce*.

Peningkatan peran Penelitian dan Pengembangan Teknologi dalam menyiapkan, mengembangkan, dan menyebarkan perangkat dan model inovasi teknologi tepat guna bagi setiap tingkatan pelaku usaha pertanian akan mendorong bagi peningkatan minat dan kesiapan petani dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 melalui capaian tingkat produktifitas dan efisisiensi usaha yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Aviana Agata. 2019. https://www.kompasiana.com/agathaavina/ 5ccac1 22ef9f6f759d2125dd/sektor-pertanian-di-era-revolusi-industri-4-0, diakses 4 Agustus 2019

Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik 70 Tahun Indonesia Merdeka. Jakarta (ID): CV. Dharmaputra. hlm. 59.

Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia), Katalog 1101001, hal 83-85.

Braun, A. T., E. Colangelo, and T. Steckel. 2018. Farming in The Era of Industrie 4.0. Amsterdam (NL): Elsevier. p. 981.

Breene, K. 2016. ‖What is =Networked Readiness Index‘ and Why Does It Matter?‖, https://www.weforum.org/agenda/2016/07/what-is-networked -readiness-and-why-does-it-matter/, diakses pada 17 November 2018.

Departemen Kajian dan Aksi Strategis BEM FEB UI. 2018. Meninjau Kesiapan Sektor Agraria Indonesia dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0.

Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat. 2019. Apilkasi Layanan Disbun Provinsi Jabar. www.disbun.jabarprov.go.id/sisolehbun. diakses 1 Agustus 2019.

Dyanasari. 2019. Pentingnya Edukasi Pemanfaatan Informasi bagi Petani dalam Era Industri 4.0. Seminar Nasional Pembangunan Pertanian, dengan tema Sumberdaya dan Kebijakan Pembangunan Pertanian di Era Revolusi Industri 4.0, Fakutas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3415011.

Faizal, M.. 2018. Ini Jawaban Sektor Pertanian Atas Tantangan Era Industri 4.0, https:/ekbis.sindonews.com/read/1362563/34/ini-Jawaban-Sektor-Pertanian-Atas-Tantangan-Era Industri-40-1544701488. diakses 25 Agustus 2019.

Herman, M., T. Pentek, and B .Otto. 2016. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Presented at the 49th Hawaiian International Conference Systems Science.

Hidayat, R. 2019. Pembangunan Petanian Berbasis Industri 4.0, https://www.kompasiana.com/rezihidayat/5cd8ed9a3ba7f745d87da4f2/pembangunan-pertanian-berbasis-industri-4-0?page=all.

http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/arsip-perstatistikan/164-statistik /statistik -tenaga-kerja-pertanian/564-statistik-ketenaga-kerjaan-sektor-pertanian-tahun-2017-2018-februari-2018. Diakses 9 September 2019.

http://kumparan.com/Izza-Akbrani/tantangan-era-ekonomi-disruptif. diakses 6 Agustus 2019.

http://www.fmeindonesia.org/meninjau-kesiapan-sektoragraria-indonesia-dalam-menghadapi-revolusi-industri-4-0/,diakses pada 16 November 2018.

https://bandung.kompas.com/read/2019/04/25/12561831/pemprov-jabar-kerja-sama-dengan-blibli-petani-bisa-jual-sayur-dan-buah. diakses 24 Agustus 2019.

https://www.kompasiana.com/rezihidayat/5cd8ed9a3ba7f745d87da4f2/pembangunan-pertanian-berbasis-industri-4-0?page=all, diakses 19 Agustus 2019.

IMD World Competitiveness Center. 2018. IMD World Competitiveness Ranking 2018, p. 26-27.

Jones, C., and P. Pimdee. 2017. Innovative Ideas: Thailand 4.0 and The Fourth Industrial Revolution, Asian International Journal of Social. Seminar Nasional Pembangunan Pertanian III, Fakutas Pertanian Universitas Brawijaya, 1 Desember 2018, dengan tema "Sumberdaya dan Kebijakan Pembangunan Pertanian di Era Revolusi Industri 4.0", Gedung Widyaloka, Universitas Brawijaya, Malang (ID). Sciences. 17 (1): 4-35.

Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. 2015. Pemanfaatan dan Pemberdayaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Pada Petani dan Nelayan. Jakarta (ID): Kemkominfo. hlm. 46-61, 8184.

Mardikanto, T. 1993. Penyuluhan Pembangunan Pertanian. Surakarta (ID): Sebelas Maret University Press.

Melynda, Anandas 2018, Beradaptasi dengan Era Disrupsi, https://www.kompasiana.com/melynda25588/5b470217ab12ae455956c0a2/beradaptasi-dengan-era-disrupsi?page=all.diakses . diakses tanggal 6 Agustus 2019.

Nurdin. 2011. Antisipasi Perubahan Iklim Untuk Keberlanjutan Ketahanan Pangan. Jurnal Dialog Kebijakan Publik Edisi 4 November 2011. Gorontalo (ID).

Nurmawiya, dan R. Kurniawan. 2019. Analisis Kesiapan Petani dalam Menghadapi era Revolusi Industri 4.0 (Studi Kasus di Provinsi DI Yogykarta), Seminar Nasional "Membangun Pertanian III. hal 166-172 https://osf.io/ preprints/inarxiv/ymjd6/.

Osorio, B., S. Dutta, and B. Lanvin. 2014. The Global Information Technology Report 2014 Rewards and Risks of Big Data. Geneva (CH): World Economic Forum. pp. 6, 9, 34.

Paul, P., M.L. Pennell, and S. Lemeshow. 2012. Standardizing the Power of the Hosmer Lemeshow.

Pemprov Jabar Kerja Sama dengan Blibli, Petani Bisa Jual Sayur dan Buah Secara Onlen. 2018.

Petani Mandiri di era Revolusi Industri 4.0. 2018. http://agricia.faperta.ugm.ac.id/2018/10/04/petani-mandiri-di-era-revolusi-industri-4-0-2/, diakses 19 Agustu 2019.

Portal Epublikasi Pertanian. 2018. Kemetrian Pertanian Republik Indonesia. Statistik Ketenagakerjaan Sektor Pertnaian Tahun 2017-2018 (Februari, 2018),

Portal Epublikasi Pertanian. 2018. Kemetrian Pertanian Republik Indonesia. Statistik Pertnaian Tahun 2017. http://epublikasi.setjen. pertanian. go.id/arsip-perstatistikan/160-statistik/statistik-pertanian/533-statistik-pertanian-2019. Diakses 9 September 2019.

Pramana, S., R. Yordani, R. Kurniawan, dan B.Yuniarto. 2017. Dasar-dasar Statistika dengan Softwarer Konsep dan Aplikasi. Bogor (ID): In Media. hlm. 167-176.

Prasetyo, B., dan U. Trisyanti. 2018. Revolusi Industri 4.0 dan Tantangan Perubahan Sosial, Prosiding SEMATEKSOS. Strategi Pembangunan Nasional Menghadapi Revolusi Industri 4.0.

Prasetyo, H., dan S. Wayudi . 2018. Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset. Jurnal Teknik Iedustri. 13(1): 18-19.

Rosyadi, Slamet. 2018. http://iptek.its.ac.id/index.php/jps/article/view/4417. diakses 4 Agustus 2019.

Satya, V.E. 2018. Strategi Indonesia Menghadapi Industri 4.0, Info Singkat Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual dan Strategis, Vol.X, No. 09/I/Puslit/Mei/2018, Pusat Penelitian Bada Keahlian DPR RI.

Sepuluh Jurus Jitu Hadapi Revolusi Industri 4.0. 2019. http://shiftindonesia.com/10-jurus-jitu-hadapi-revolusi-industri-4-0/. diakses tanggal 6 Agustus 2019.

Soekartawi. 1986. Ilmu Usaha Tani dan Penelitian Untuk Pengembangan Petani Kecil. Jakarta (ID): UI Press.

Sunar. 2012. Pengaruh faktor biografis (usia, masa kerja, dan gender) terhadap produktivitas karyawan (studi kasus PT Bank X). Forum Ilmiah, 9(1): 167–177.

Tifani Dewi. 2019. Revolusi Industri 4.0 pada Pertanian Indonesia, https://today.line.me/id/pc/article/Revolusi+Industri+4+0+pada+Pertanian+Indonesia-10lrr3, diakses 19 Agustus 2019,

[WEF] World Economic Forum. 2014. The Global Gender Gap Report 2014. Geneva (CH): World Economic Forum. p. 208

[WEF] World Economic Forum. 2018. Readiness for the Future of Production, Report 2018, in collabiration with AT p. 37.

Kesiapan Pemerintah Daerah dan Petani dalam Memasuki Era Revolusi Industri 4.0

Agus Hermawan

Peran sektor pertanian Indonesia sebagai kontributor PDB (Produk Domestik Bruto) terus menurun secara signifikan dari waktu ke waktu. Bila pada tahun 1965 PDB dari sektor pertanian mencapai 57,1%, pada tahun 1975 dan tahun 2000 turun menjadi 30,2% dan 17%. Pada tahun 2018, kontribusi sektor pertanian menjadi hanya 12,81%. Penurunan kontribusi PDB sektor pertanian, tidak diikuti secara berimbang oleh jumlah tenaga kerja yang bekerja di sektor ini. Pada tahun 1975 sektor pertanian tercatat menyerap sebanyak 62% tenaga kerja penduduk Indonesia. Selanjutnya persentase tenaga kerja di sektor pertanian pada tahun 2000 menurun menjadi 46% dan 30,46% pada tahun 2018.

Data tersebut mengindikasikan perubahan struktur ekonomi dan tenaga kerja tidak berimbang. Analisis Kariyasa (2012) pada kurun 1995 – 2001 menunjukkan struktur PDB Indonesia yang semula adalah Jasa-Industri-Pertanian berubah menjadi Industri-Jasa-Pertanian, sementara pada periode yang sama struktur tenaga kerjanya tetap stabil, yaitu Pertanian-Jasa-Industri. Perubahan masih akan terus terjadi dan sektor pertanian, masih akan tetap memegang peranan penting setidaknya dari sisi tenaga kerja,.

Menurut Ratuwalu (2016) kegiatan ekonomi masyarakat bersifat dinamis. Kegiatan ekonomi agraris akan berubah menuju masyarakat industrial. Peralihan profesi di perdesaan terjadi karena lahan semakin sempit, terjadinya anomali cuaca, gagal panen, serangan hama dan daya tawar petani yang lemah. Sebesar 90% tenaga kerja akan bekerja di kota dan diperkirakan pada tahun 2030 sebanyak 70% penduduk Indonesia memadati kota-kota (Ratuwalu 2016).

Perubahan sektor pertanian di perdesaan dipengaruhi oleh perubahan penerapan teknologi. Sebagaimana halnya dengan sektor lain, saat ini sektor pertanian sedang berada pada masa transisi untuk masuk pada era revolusi industri generasi keempat (RI 4.0). Angka empat (4.0) menunjukkan urutan kejadian revolusi industri yang pernah ada. Penggunaan kata revolusi menunjukkan adanya perubahan yang sangat cepat dan fundamental. Era RI 4.0 dicirikan oleh sifatnya yang *disruptive* atau mengubah tatanan lama yang sudah berjalan selama bertahun-tahun. Perubahan teknologi di sektor pertanian mutlak diperlukan dengan masuknya periode RI 4.0.

Tulisan ini membahas tentang usaha pertanian di perdesaan yang didominasi oleh petani gurem. Setelah memberikan pengantar tentang RI 4.0 dan pengembangan kelembagaan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan posisi tawar petani pada era RI 4.0, pada bagian selanjutnya dibahas peran, dukungan, dan kesiapan pemerintah daerah untuk mendorong sektor pertanian pada era RI 4.0. Kesiapan petani dalam memasuki era RI 4.0 menjadi pokok bahasan selanjutnya, ditutup dengan peran Badan Penelitian Pengembangan Pertanian untuk mempercepat masa transformasi menuju pertanian 4.0.

PERUBAHAN LINGKUNGAN STRATEGIS PERTANIAN DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Istilah revolusi industri 4.0 pertama kali digunakan oleh pemerintah Jerman (pada tahun 2012) pada saat memperkenalkan strategi pemanfaatan teknologi pada proyek Strategi Teknologi Modern Jerman 2020 (*Germany's High-Tech Strategy* 2020). Ghufron (2018) menyebutkan revolusi digital dan era disrupsi teknologi sebagai istilah lain dari RI 4.0. Disebut revolusi digital karena terjadinya proliferasi komputer dan otomatisasi pencatatan, serta disebut era disrupsi teknologi karena otomatisasi dan konektivitas memungkinkan pergerakan dunia industri dan persaingan kerja menjadi tidak linear.

Perubahan terjadi secara dramatis dengan sangat cepat dengan kecepatan eksponensial. RI 4.0 Ditandai dengan berkembangnya internet of/for things (IoT) yang diikuti oleh teknologi baru dalam data sains, kecerdasan buatan, robotik, cloud, cetak tiga dimensi, dan teknologi nano (Ghufron 2018).

Sasaran dari RI 4.0 awalnya adalah mentransformasi industri industri manufaktur melalui digitalisasi dan pemanfaatan teknologi baru yang potensial (Rojko, 2017). Konsep dasar dari RI 4.0 antara lain adalah

ketersediaan dan penggunaan internet, pengintegrasian proses teknis dan proses bisnis, pemetaan digital dan virtualisasi dunia nyata, "*Smart"* perusahaan yang dilengkapi dengan alat produksi "*Smart"* dan produk "*Smart"* (Rojko, 2017).

Penerapan RI 4.0 sangat menguntungkan karena dapat menurunkan biaya produksi (10-30%), biaya logistik (10-30%), dan biaya pengelolaan kualitas (10-20%). Keuntungan lainnya adalah (1) waktu untuk memasarkan produk baru menjadi jauh lebih singkat, (2) respon pelanggan lebih baik, (3) memungkinkan produksi kustom secara massal tanpa harus diikuti dengan peningkatan biaya produksi secara signifikan, (4) lingkungan kerja menjadi lebih fleksibel dan ramah, dan (5) penggunaan sumber daya alam dan energi menjadi lebih efisien (Rojko, 2017).

Kehadiran RI 4.0 dalam kehidupan masyarakat Indonesia terjadi secara cepat. Berbagai inovasi baru muncul dalam kehidupan dan mendisrupsi bisnis yang sudah berkembang sebelumnya. Pada dunia transportasi, sistem *ride-sharing* seperti Go-jek, Uber dan Grab, serta *room-sharing* seperti Airbnb sebagai contoh penerapan RI 4.0 (Ghufron, 2018) berkembang cepat. Berbagai perusahaan online telah berkembang dan bahkan mengancam keberadaan perusahaan retail. Perusahaan startup Indonesia yang sudah diakui oleh dunia misalnya adalah Tokopedia.com, Bukalapak.com, Blibli.com, Traveloka.com dan Blanja.com (Amelia, 2018).

Menyadari bahwa tren RI 4.0 telah dan akan terus mempengaruhi kehidupan masyarakat Indonesia, Presiden Joko Widodo menyusun Roadmap (peta jalan) Industri 4.0. Roadmap tersebut diresmikan sebagai *Making Indonesia 4.0* untuk meningkatkan nilai tambah industri manufaktur dalam negeri agar dapat bersaing secara global. Pada tahap awal, roadmap difokuskan pada lima sektor manufaktur berdasarkan pangsa PDB, perdagangan, potensi dampak terhadap industri lain, besaran investasi, dan kecepatan penetrasi pasar. Sektor tersebut adalah industri makanan dan minuman, tekstil dan pakaian, otomotif, kimia, dan elektronik (Debora, 2019).

Sektor pertanian juga terimbas oleh RI 4.0. Pertanian 4.0 di Eropa merujuk pada pertanian digital (*digital farming*) sebagai kelanjutan dari inovasi pertanian presisi (*Prescription Agriculture*/PA) yang menjadi bagian dari RI 3.0 (CEMA, 2017). Teknologi PA, dipandang sebagai salah satu sarana paling efisien untuk meningkatkan keberlanjutan dan produktivitas pertanian dan meningkatkan keamanan pangan (Dryancour, 2017).

Berbagai alat sensor memungkinkan petani memperoleh lebih banyak informasi tentang cara mengelola pertanian pada beragam kondisi cuaca dan OPT, mencegah pencemaran air tanah melalui optimalisasi pupuk kandang dan penggunaan bahan kimia. Perkembangan pertanian digital dimungkinkan oleh harga perangkat sensor, aktuator, dan mikro prosesor yang semakin murah dan lebih baik, komunikasi seluler dengan bandwidth tinggi, teknologi informasi dan komunikasi berbasis cloud, dan berkembangnya analisis volume data yang besar (*big data analytics*) (CEMA, 2017). Pertanian di era RI 4.0 merupakan keterpaduan jejaring internal dan eksternal, seluruh informasi digital dimanfaatkan dalam seluruh proses produksi, komunikasi dengan mitra (penyedia input dan pelanggan produk) dilakukan melalui media komunikasi elektronik, dan transmisi dan proses data secara otomatis, serta melibatkan portal internet untuk mengelola volume data yang sangat besar (Febriamansyah, 2018).

RELEVANSI RI 4.0 DENGAN SEKTOR PERTANIAN DI INDONESIA

Perkembangan penggunaan internet sebagai salah satu saluran komunikasi berkembang sangat pesat. *Internet of/for thing* menjadi pemicu berkembangnya RI 4.0. Menurut Prisecar (2016) fenomena revolusi industri 4.0 mempengaruhi masyarakat karena (i) lebih dari 30% masyarakat dunia menggunakan media sosial untuk menghubungkan, mempelajari, dan mengubah informasi; (ii) produsen/pesaing baru banyak muncul karena adanya akses platform digital tentang penelitian, pengembangan, pemasaran, penjualan, dan distribusi; (iii) konsumen semakin terlibat dalam rantai produksi dan distribusi karena terhubung kepada pemasok melalui platform teknologi digital.

Di Indonesia penggunaan internet berkembang sangat pesat. Hak masyarakat untuk berkomunikasi, menyampaikan dan memperoleh informasi dengan segala jenis saluran yang tersedia, termasuk dengan menggunakan internet, memang dijamin oleh UUD 45 perubahan kedua (pasal 28f). Hal ini menyebabkan sebagian besar masyarakat Indonesia telah terhubung dan menggunakan internet. Indonesia sampai tahun 2018 berada pada peringkat ketiga terbesar di Asia dan masuk peringkat keenam terbesar dunia berdasarkan jumlah pengguna internet (Kominfo.go.id, 2018). Pada tahun 2019 jumlah pengguna internet Indonesia diproyeksikan mencapai 175 juta atau sekitar 65,3% dari total penduduk (Muslim, 2019).

Tidak berlebihan apabila menurut Rodin (2013), Indonesia saat ini berada dalam proses menjadi masyarakat informasi, yaitu masyarakat yang sepenuhnya menggunakan perangkat teknologi informasi dalam kehidupannya. Terdapat tiga tingkatan masyarakat ditinjau dari aspek informasi, yaitu (i) masyarakat sadar informasi, yaitu masyarakat sadar bahwa informasi diperlukan untuk meningkatkan daya saing, (ii) masyarakat kaya informasi, yaitu masyarakat sudah cukup banyak mempunyai informasi sehingga cukup mempunyai daya saing, dan (iii) masyarakat berbasis pengetahuan (*knowledge based society*), yaitu masyarakat kaya informasi yang mendasarkan diri pada pengetahuan dalam mengambil keputusan sehari-hari (Djunaedi, 2015).

Memang tidak semua masyarakat Indonesia sudah masuk kedalam kategori masyarakat informasi. Penelitian Sari (2017) pada implementasi program Kelompok Informasi Masyarakat (KIM) di perdesaan dan perkotaan di Provinsi Jawa Timur, kondisi masyarakat masih jauh dari harapan. Masyarakat masih berada pada tingkatan sadar informasi, bahkan di perdesaan banyak masyarakat yang kurang sadar akan informasi.

Petani, sebagai bagian dari anggota masyarakat yang umumnya berada di perdesaan, juga tidak terlepas dari tiga tingkatan masyarakat informasi di atas. Saat ini sebagian petani sudah berada pada tingkatan sadar informasi, di mana menjelang panen mereka mencari informasi tentang harga jual produk komoditas yang diusahakan di berbagai pasar (Rodin, 2013).

Kecenderungan global sektor pertanian akan memengaruhi sistem produksi dan pemasaran hasil pertanian Indonesia. Febriamansyah (2018) mengemukakan bahwa pertanian Indonesia secara bertahap akan mengalami transformasi (Tabel 1).

Tabel 1. Transformasi pertanian Indonesia menuju pertanian 4.0

Dari	Menjadi
Usahatani tradisional	Usahatani cerdas (*smart farming*)
UMKM tradisional	Startups (merintis jenis usaha baru)
Usaha jasa tradisional	Usaha jasa bernilai tinggi (*high values*)
Tenaga kerja tidak trampil	Tenaga kerja cerdas dan trampil
Membeli teknologi	Membuat teknologi

Sumber: Febriamansyah (2018).

Saat ini berbagai aplikasi berbasis android telah dikembangkan untuk mendukung usaha pertanian petani. Selain dikembangkan oleh lembaga pemerintah, aplikasi juga dikembangkan oleh lembaga swasta. Misalnya adalah Aplikasi Sipindo (Sistem Aplikasi Petani Indonesia) yang dikembangkan oleh perusahaan benih sayuran PT East West Seed Indonesia (Ewindo) bersama lembaga nirlaba Promoting Rural Income through Support for Markets in Agriculture (PRISMA); aplikasi VertixPlant dibuat oleh Jowala Saga mahasiswa Institut Pertanian Bogor (IPB) untuk mendukung pertanian Verticulture Plant; aplikasi asuransi pertanian Sistem Indivasi Asuransi Pertanian (SIAP) yang dikembangkan oleh Kementerian Pertanian bersama perusahaan asuransi Jasindo (Techno-geek, 2019).

Berbagai startup di bidang pertanian juga mulai tumbuh, misalnya adalah startup IGrow yang menghubungkan petani, pemilik tanah, investor penanaman, dan pembeli produk pertanian untuk bersama-sama mengembangkan budidaya tanaman (Irsyad, 2018). Startup TaniHub dan startup TaniFund dikembangkan oleh PT Tani Group. Startup TaniHub dikembangkan untuk membantu pemasaran produk pertanian sedangkan TaniFund untuk membantu pembiayaan usaha pertanian (Purnamasari, 2019). Startup lainnya, yaitu AyoPanen bergerak di bidang persediaan pangan (Prasetyo et al., 2018), sedangkan Startup Center Depok, Jabar dikembangkan untuk mendukung pengembangan agribisnis ekstrak daun zaitun (Waskito et al., 2018).

URGENSI PENGEMBANGAN KELEMBAGAAN PERTANIAN DI PERDESAAN PADA ERA RI 4.0

Menurut Dryancour (2017) di negara-negara Eropa petani kecil dengan luasan lahan kurang dari 20 ha (mencapai 86% jumlah petani) tidak dapat sepenuhnya menerapkan sistem pertanian presisi (perscription agricultural/PA) yang menjadi cikal bakal dari pertanian 4.0. Dikemukakan oleh Dryancour (2017) hanya petani berlahan luas (di atas 100 ha) yang dapat menerapkan teknologi PA. Menjadi pertanyaan bagaimana dengan petani Indonesia yang sebagian besar diantaranya merupakan petani berskala kecil berlahan sangat sempit (kurang dari 0,5 ha).

Salah satu solusi untuk mengatasi kecilnya skala usaha petani agar pertanian 4.0 dapat diterapkan di tingkat petani kecil Indonesia adalah dengan melakukan konsolidasi pertanian petani di satu kawasan. Kebijakan konsolidasi usaha pertanian di kawasan sebenarnya sudah diupayakan oleh

Kementerian Pertanian, melalui kebijakan pertanian korporasi. Pertanian korporasi tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 18 Tahun 2018 tentang Pedoman Pengembangan Kawasan Pertanian Berbasis Korporasi Petani. Menurut Permentan tersebut, petani di satu kawasan pengembangan diharapkan dapat membentuk satu Korporasi Petani sebagai satu Kelembagaan Ekonomi Petani.

Kelembagaan ekonomi petani yang berbadan hukum, dapat berbentuk koperasi atau Badan Usaha Milik Petani (BUMP) berbentuk PT maupun Usaha Dagang (UD) dengan sebagian besar kepemilikan modal dimiliki oleh petani. Tindak lanjut dari kebijakan ini adalah kebijakan bahwa penyaluran bantuan modal maupun sarana produksi dari pemerintah disalurkan sesuai dengan pengembangan kawasan yang ditetapkan dengan Keputusan Menteri Pertanian No. 472 tahun 2018 tentang lokasi kawasan pertanian nasional.

Konsolidasi pertanian berimplikasi pada pengembangan kelembagaan petani. Konsolidasi petani dapat menyatukan gerak ekonomi petani dalam setiap rantai proses produksi, dari pra produksi sampai pemasaran. Konsolidasi juga memungkinkan pengumpulan/kolektifikasi proses produksi (pola, jenis, kuantitas dan siklus produksi) dan pemasaran produk pertanian. Konsolidasi petani dengan demikian dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi dan pemasaran serta meningkatkan posisi tawar petani.

Berdasarkan kondisi riil di lapangan, intervensi pemerintah untuk mengembangkan kelembagaan pertanian masih diperlukan (Nasrul, 2012). Namun, berbeda dengan intervensi pembentukan kelembagaan oleh pemerintah sebelumnya yang bersifat koersi (pemaksaan) (Suradisastra, 2006), sebaiknya campur tangan pemerintah tidak bersifat koersif. Kelembagaan kelompok tani yang dibentuk oleh pemerintah dengan pendekatan koersi (institutional coercion) seringkali tidak lestari. Indikasinya kelompok tani, sebagai salah satu lembaga sosial masyarakat di perdesaan, umumnya cenderung aktif hanya saat adanya pelaksanaan suatu program pembangunan (Elizabeth, 2007).

Sebagai alternatif, pemerintah perlu berupaya agar intervensi kelembagaan lebih bersifat memfasilitasi untuk mendorong pertumbuhan kelembagaan yang bersifat kohesif (Nasrul, 2012). Intervensi perlu dilakukan secara seksama agar kelembagaan petani tetap eksis dan berkelanjutan, khususnya pasca pembinaan berakhir. Untuk itu intervensi kelembagaan perlu memenuhi beberapa prinsip, yaitu memperhatikan prinsip otonomi/spesifik lokasi,

prinsip pemberdayaan - mengupayakan agar kelompok petani dapat berjalan sesuai dengan keinginan mereka, serta mengutamakan prinsip kemandirian lokal dalam arti semua tahapan pemberdayaan dilakukan secara ter-desentralisasi (Nasrul, 2012). Peran lembaga penyuluhan pertanian sangat penting dalam membantu petani agar dapat menolong dirinya untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi secara baik dan memuaskan (Sadono, 2008).

INISIATIF PEMDA DALAM MENDUKUNG SEKTOR PERTANIAN PADA ERA RI 4.0: KASUS JAWA TENGAH

Undang-undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah menyebutkan bahwa pemerintahan daerah merupakan penyelenggara urusan pemerintahan di daerah yang dilaksanakan dengan prinsip otonomi seluas-luasnya dalam sistem dan prinsip Negara Kesatuan Republik Indonesia. Selanjutnya menurut UU No 23 tersebut, pemerintah daerah adalah kepala daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah yang memimpin pelaksanaan urusan pemerintahan yang menjadi kewenangan daerah otonom. Oleh karena itu pada dasarnya arahan dan kebijakan kepala daerah akan diikuti oleh seluruh Organisasi Perangkat Daerah (OPD) di daerah tersebut.

Sesuai dengan peran pemerintah sebagai regulator, dinamisator, dan fasilitator, ada beberapa contoh arahan dan kebijakan Gubernur Provinsi Jawa Tengah yang sejalan dengan pembangunan pertanian pada era RI 4.0. Beberapa kebijakan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah mengarah kepada digitalisasi sektor pertanian. Gubernur dan OPD memang tidak secara langsung menyebutkan bahwa kebijakan tersebut diambil/ditetapkan sebagai respon terhadap RI 4.0. Beberapa kebijakan Gubernur Provinsi Jawa Tengah di sektor pertanian yang sejalan dengan RI 4.0 dipaparkan di bawah ini.

Kartu tani

Kartu tani dicanangkan segera setelah pelantikan Gubernur Provinsi Jawa Tengah. Kebijakan kartu tani awalnya ditujukan untuk mempermudah pengawasan pupuk bersubsidi dan menjadi sarana pembelian pupuk bersubsidi bagi petani sekaligus berfungsi mendorong para petani untuk giat menabung (Nurdin, 2015). Tujuannya agar distribusi pupuk bersubsidi dapat memenuhi asas 6 tepat (jumlah, jenis, waktu, tempat, mutu, dan harga) dan meminimalisir permasalahan dalam pengawasan, pengadaan dan penyaluran

pupuk bersubsidi (Biro_Isda_Jateng, 2019). Kartu tani diluncurkan pada 4 Maret 2015 di Kabupaten Batang dan merupakan kartu debit hasil kerja sama Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dengan Bank Rakyat Indonesia.

Kartu debit BRI co-branding dirancang khusus sehingga selain dapat berfungsi untuk transaksi perbankan, juga dapat membaca alokasi Pupuk Bersubsidi dan transaksi pembayaran Pupuk Bersubsidi dengan mesin Electronic Data Capture (EDC) BRI di pengecer pupuk. Kartu tani juga dirancang untuk digunakan sebagai sarana bagi petani untuk dapat menjual hasil panen ke Bulog sebagai off taker (Biro_Isda_Jateng 2019). Kartu tani yang semula dikembangkan di Jawa Tengah, selanjutnya diadopsi untuk diterapkan secara nasional oleh Kementerian Pertanian, sesuai dengan Permentan nomor 47 tahun 2018 tentang alokasi dan harga eceran tertinggi pupuk bersubsidi sektor pertanian tahun anggaran 2019.

Rego Pantes

Rego Pantes merupakan aplikasi mobile dan situs yang digagas dan diluncurkan oleh Gubernur Jawa Tengah pada tanggal 23 September 2017, bertepatan dengan Hari Tani Nasional (Pratama, 2017). Rego pantes sebagaimana startup pertanian lainnya, dimaksudkan untuk memfasilitasi petani agar dapat secara langsung menjual produk pertanian kepada konsumen. Dengan memotong jalur pemasaran, diharapkan petani mendapat harga jual yang tinggi. Startup Rego Pantes, yang awalnya ditangani oleh Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, selanjutnya diserahkan pengoperasiannya kepada 8Villages.

Agro Jowo

Berbeda dengan Rego Pantes yang pengelolaannya kemudian diserahkan kepada swasta, Agro Jowo merupakan aplikasi berbasis web dan android yang dikembangkan dan sampai saat ini masih dibawah pengelolaan Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Jawa Tengah (Distanbun. Jatengprov, 2019). Selain memberikan informasi tentang potensi pengembangan berbagai produk pertanian di Jawa Tengah, aplikasi Agro Jowo memungkinkan petani berhubungan secara langsung dengan pedagang dan konsumen dengan sistem B2B. Agro Jowo diluncurkan secara resmi oleh Gubernur Jawa Tengah pada acara Soropadan Agro Expo (SAE) tanggal 4 Juli 2019. Peluncuran Agro Jowo diikuti dengan pelatihan pemasaran secara online kepada para petani (Roziki, 2019).

Sistem Logistik Daerah/Sislogda Jawa Tengah

Sistem logistik daerah (Sislogda) Provinsi Jawa Tengah pada dasarnya merupakan penjabaran dari Peraturan Presiden No.26 tahun 2012 tentang Blue Print Sistem Logistik Nasional (Sislognas). Sislogda Jawa Tengah secara serius mulai dikaji dan dikembangkan oleh OPD Provinsi jawa Tengah. Sesuai dengan arahan Gubernur Jawa Tengah, Sislogda ditargetkan dapat diimplementasikan pada tahun 2020.

Konsep Sislogda Jawa Tengah telah disusun. Konsep Sislogda Jawa Tengah untuk komoditas padi/beras terbagi dalam tiga (3) layer, yaitu (1) pembelian gabah petani oleh Gapoktan, diikuti dengan pengolahan, packing, dan labeling untuk dikumpulkan ke lembaga pangan desa (Lumbung Desa/Pengembangan Usaha Pangan Masyarakat-PUPM) atau Toko Tani/Lembaga Distribusi Pangan Masyarakat (LDPM)/ Lumbung Pangan Masyarakat (LPM)/Rice Mill Unit(RMU)/Koperasi/Badan Usaha Milik Desa (BUMDes); (2) Lembaga pusat distribusi Provinsi (Perusda) melakukan pembelian gabah petani, dilakukan pengolahan, packing dan labeling dan atau membeli beras dari lembaga pangan desa, untuk selanjutnya dijual secara reguler atau digunakan untuk intervensi; dan (3) kebijakan intervensi pada saat harga tinggi, sebagai cadangan pangan, stabilitas pasokan, dual price/compensating policy (Dishanpan Provinsi Jawa Tengah, 2018).

Rencananya Sislogda ini akan melibatkan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Ada dua BUMD di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki ijin usaha di bidang pertanian, yaitu Perusahaan Daerah Citra Mandiri Jawa Tengah (PD CMJT) dan PT. Sarana Pembangunan Jawa Tengah (PT. SPJT). Kedua BUMD tersebut berpeluang untuk diberi tugas menangani sistem logistik komoditas pangan daerah. Untuk mendukung Sislogda yang kuat, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah akan mengembangkan serangkaian aplikasi untuk menangani Sistem Pengelolaan Potensi produksi pangan, Sistem Informasi Pangan dan Logistik, dan Bussines Inteligence Ketahanan Pangan (Dishanpan Provinsi Jawa Tengah, 2018). Selanjutnya Pemerintah Provinsi juga menelaah kemungkinan penerapan teknologi yang memanfaatkan Kecerdasan Buatan untuk Peta Potensi Padi dan mengembangkan Sistem Penyimpanan Cerdas (Dishanpan.Jatengprov, 2018). Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan untuk mendukung produksi pertanian dan pengelolaan penyimpanan produk di gudang sudah sejalan dengan era RI 4.0.

INISIATIF PETANI SEBAGAI INDIKATOR KESIAPAN PETANI MEMASUKI ERA RI 4.0

Di tingkat petani akses informasi yang semakin terbuka memungkinkan pengembangan inovasi pertanian. Beberapa inisiatif petani dan praktisi pertanian di Provinsi Jawa Tengah saat ini sejalan dengan era RI 4.0. Inisiatif ini sekaligus menunjukkan kesiapan petani untuk memasuki era RI 4.0. Beberapa diantaranya disebutkan di bawah ini.

Traktor Remot

Modifikasi traktor roda dua yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Inovasi ini dikembangkan oleh Wahid Hasyim, seorang warga Kebumen (Heksantoro, 2018). Traktor remot karya Wahid ini bukan yang pertama. Traktor remote diunggah pertama kali di kanal youtube oleh akun Darmawan Daini pada 17 Apr 2012 (Daini, 2012) dan diklaim sebagai traktor remot karya anak bangsa. Publikasi yang cukup intens, baik melalui media massa tercetak, media elektronik, serta media sosial, cukup menarik perhatian petani. Saat ini perangkat/kit untuk membuat traktor remot bahkan sudah tersedia dan dipasarkan secara online di Bukalapak RI 4.0 telah menghadirkan lini usaha, lapangan kerja, dan profesi baru, walaupun pada saat yang sama juga mengancam lini usaha, profesi dan lapangan kerja lainnya (Ghufron, 2018).

Drone Penyemprot Pestisida

Drone penyemprot pestisida dan atau pupuk merupakan kreasi dari para pemuda Temanggung Aeromodeling Club (TMGAC). Selama proses pembuatan drone dengan kapasitas kerja 5 hektar per hektar ini, mereka didampingi oleh Dandim 0706/Temanggung. Drone ini dapat menghemat waktu dan tenaga serta mudah digunakan karena dengan dilengkapi sensor dan GPS. Berbeda dengan penyemprotan dengan handsprayer, penggunaan drone yang dikendalikan dari jauh tidak akan merusak tanaman karena tidak ada tanaman yang terinjak (Zamani, 2018).

Pemasaran Melalui Facebook

Pemanfaatan media sosial facebook oleh Fokustani Wonosobo (Prayitno dan Raharjanti, 2017) dikembangkan untuk membantu pemasaran produk petani. Melalui media sosial facebook tersebut, posisi tawar petani pada bidang pemasaran produk yang lemah karena kurangnya akses informasi pasar,

pemodalan serta jalur pemasaran sendiri dapat ditingkatkan melalui internet marketing. Media sosial facebook dianggap lebih unggul dibandingkan dengan sistem pemasaran produk konvensional karena memberikan informasi detail produk pertanian tanpa dibatasi ruang dan waktu. Jangkauan calon pembeli tidak lagi terbatas dari dalam kabupaten tetapi juga dari luar kabupaten bahkan luar negeri. Produsen juga berpeluang untuk memetakan calon pembeli dan preferensi pembeli terhadap produk.

Penggunaan Ozon oleh Kelompok Sayuran Organik

Petani sayuran organik di Kabupaten Magelang yang tergabung dalam Kelompok tani Mutiara Organik telah menerapkan teknologi ozon untuk memperpanjang masa simpan aneka produk sayuran segar (Hermawan et al. 2018). Aplikasi teknologi ozon ini memungkinkan pengiriman sayuran brokoli segar yang mudah rusak ke luar kota (Surabaya dan Bandung) dengan alat transportasi umum (bus).

Ozon dihasilkan oleh perangkat D'ozone yang didesain untuk menghasilkan gas ozon yang dapat memperpanjang masa simpan sayuran melalui pengendalian mikroorganisme yang menyebabkan terjadinya proses pembusukan sayuran. D'ozone dikembangkan oleh FMIPA UNDIP. Kelompok tani memperoleh alat ozon berkat bantuan BI.

Dalam menjalankan usahanya, petani Kelompok tani Mutiara Organik menggunakan alat komunikasi HP android dan internet, khususnya dalam menerima pemesanan produk, deskripsi produk, negosiasi harga, dan pengendalian aliran produk. Pembayaran produk tidak dilakukan secara tunai tetapi menggunakan sistem transfer secara *online*.

Badan Usaha Milik Petani (BUMP) – Konsolidasi Ekonomi Petani

Badan Usaha Milik Petani (BUMP) PT. Pengayom Tani Sejagad di Desa Kebonagung, Kecamatan Sidoharjo, Kabupaten Wonogiri. BUMP ini merupakan pengembangan dari dari Asosiasi Pertanian Organik Wono Agung Wonogiri (APOWW) dan didirikan pada Bulan Mei tahun 2016. Pada tahun 2017 total petani binaan BUMP berjumlah 1,566 orang dengan total jumlah lahan tersertifikasi organik seluas 371.9 ha (BUMP_PTS 2017). BUMP ini saat ini mengelola Sistem Resi Gudang dan ditunjuk oleh Pemerintah Kabupaten Wonogiri sebagai penyalur Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) di Kabupaten Wonogiri. Saat ini cakupan pasar produk BUMP tidak terbatas di pasar dalam negeri (antara lain retail modern TransMart/Carefour dan Luwes) tetapi juga

menjangkau pasar luar negeri. Pemesanan produk (beras organik, pupuk, dan obat-obatan hayati pengendali OPT), negosiasi, dan pembayaran biasanya dilakukan secara online (Komunikasi Pribadi, 15 Mei 2019).

PERAN BADAN LITBANG PERTANIAN UNTUK MEMPERCEPAT MASA TRANSFORMASI MENUJU PERTANIAN 4.0

Badan Penelitian Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) merupakan salah satu unit Eselon I di Kementerian Pertanian, Republik Indonesia yang bertugas melaksanakan penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan inovasi di bidang pertanian. Terlepas dari fakta bahwa tidak semua pelaku pembangunan pertanian di Indonesia sudah mulai memasuki era RI 4.0, sudah saatnya Balitbangtan mengarahkan alokasi sumberdaya yang lebih besar untuk menghasilkan inovasi yang sejalan dengan RI 4.0.

Tugas Balitbangtan untuk menghasilkan inovasi yang sejalan dengan RI 4.0 tidak mudah karena sebagian besar pelaku pembangunan pertanian Indonesia adalah pertanian rakyat berskala kecil dan teknologi RI 4.0 pada dasarnya tidak bebas skala atau tidak netral. Hal ini mengacu pada pengalaman negara-negara Eropa dimana pertanian presisi (perscription agricultural/PA) sebagai cikal bakal dari pertanian 4.0 hanya dapat diterapkan oleh petani berlahan luas (di atas 100 ha) dan tidak dapat diterapkan secara optimal oleh petani kecil (luas lahan di bawah 20 hektar) (Dryancour, 2017).

Lima contoh kasus yang dipaparkan pada bagian sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian petani saat ini sudah memanfaatkan informasi teknologi untuk mengembangkan teknologi aplikatif di sektor pertanian. Mereka secara intens memanfaatkan media sosial (khususnya melalui HP android) untuk mengembangkan usaha pertaniannya. Teknologi aplikatif yang sesuai dengan kebutuhan riil di lapangan dikembangkan dari teknologi yang sudah ada. Artinya mereka tidak mengembangkan teknologi dari awal, tetapi mempelajari permasalahan lapangan, menginventarisasi teknologi yang sudah ada, dan melakukan modifikasi dan memperbaiki teknologi tersebut. Biaya informasi dan komunikasi yang semakin murah dan tersedianya aplikasi media sosial telah dimanfaatkan oleh petani. Sebagaimana pendapat Arifianto et al. (2018) bahwa perkembangan RI 4.0 memberikan manfaat bagi pengembangan usaha mikro yang dapat menjadi penggerak perekonomian daerah.

Pendekatan kaizen yang diterapkan oleh petani dan pelaku pembangunan pertanian dalam mengembangkan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan lapangan di atas, dapat diadopsi dan dikembangkan lebih lanjut oleh Balitbangtan. Identifikasi permasalahan di lapangan dan kebutuhan teknologi yang sesuai dengan perkembangan RI 4.0 dapat dilakukan oleh BPTP di setiap provinsi. Kebutuhan teknologi tersebut menjadi dasar pengembangan teknologi aplikatif bagi para peneliti dan perekayasa di Pusat/Balai Penelitian Nasional. Penyediaan inovasi bernuansa RI 4.0 dari Balitbangtan akan mempercepat masa transformasi pertanian Indonesia menuju pertanian 4.0.

Teknologi bernuansa RI 4.0 yang umumnya hanya sesuai untuk diterapkan pada skala usaha yang luas, dapat dipadukan dengan arah kebijakan Kementerian Pertanian yang mengembangkan korporasi pertanian dan konsolidasi petani. Korporasi pertanian yang berbadan hokum sangat mungkin diterapkan di lapangan. Hal ini sudah dicontohkan oleh Badan Usaha Milik Petani (BUMP) PT. Pengayom Tani Sejagad di Kabupaten Wonogiri. BUMP ini dikelola secara profesional dan merupakan lembaga modern yang menggabungkan usaha para petani berskala kecil/gurem. Menurut Elizabeth (2007) lembaga petani yang modern dicirikan oleh struktur dan tata nilai yang jelas, diformalkan, ada aturan tertulis, serta ada kepemimpinan resmi. Lembaga tersebut juga dibentuk berdasarkan kesadaran akan pentingnya keberadaan lembaga tersebut (Elizabeth, 2007; Nasrul, 2012).

PENUTUP

Sektor pertanian secara langsung atau tidak langsung terpengaruh oleh perkembangan RI 4.0. Beberapa kebijakan pemerintah pusat dan daerah mulai mengarah dan sejalan dengan era RI 4.0. Di tingkat pusat, kebijakan korporasi pertanian dan konsolidasi ekonomi petani searah dengan pengembangan teknologi berbasis RI 4.0 karena penerapannya menuntut skala usaha pertanian yang luas/besar jauh melebihi skala usaha petani yang umumnya berskala gurem. Contoh implementasi arah kebijakan tersebut sudah ada di Jawa Tengah (BUMP PT. Pengayom Tani Sejagad di Kabupaten Wonogiri). Upaya replikasi di daerah lain perlu diupayakan untuk mendorong pengembangan sektor pertanian di era RI 4.0.

Pada kasus Provinsi Jawa Tengah, ada beberapa kebijakan di sektor pertanian yang sejalan dengan era RI 4.0. Kebijakan digitalisasi pertanian, fasilitasi aplikasi startup pertanian yang memungkinkan petani terkoneksi

dengan konsumen berbasis B2B, serta pengembangan Sistem Logistik Daerah berbasis online dan lembaga pendukungnya dapat menjadi indikator kesiapan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah dalam memasuki era RI 4.0.

Beberapa inisiatif petani dan para praktisi pertanian di Provinsi Jawa Tengah menunjukkan petani tidak gagap terhadap perkembangan teknologi dan perubahan yang terjadi memasuki era RI 4.0. Mereka dapat memanfaatkan kemudahan mengakses informasi teknologi dan menjalin usaha/bisnis dengan masyarakat di luar komunitasnya yang nyaris tanpa batas. Pemerintah perlu memberikan apresiasi dan mendorong inisiatif pengembangan teknologi oleh petani dan praktisi pertanian, termasuk mendorong lembaga penelitian dan perguruan tinggi untuk menghasilkan inovasi berbasis digital. Inovasi dari Balitbangtan dan lembaga penelitian lainnya yang sesuai dengan era RI 4.0 juga perlu terus didorong.

DAFTAR PUSTAKA

Amelia, Tifa Noer. 2018. Pengendalian Internal Bisnis Startup Indonesia: Sebuah Konsep. Inobis: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia 1 (1): 59–67. https://doi.org/10.31842/jurnal-inobis.v1i1.18.

Arifianto, Endra Yuafanedi, Dwi Hadi Sulistyarini, Rakhmat Himawan, and Amanda Cahyawati. 2018. Perancangan Sistem Lembaga Keuangan Mikro Guna Mendukung Perekonomian Masyarakat Desa Di Era Industri 4.0. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat 2018, 7–11. Universitas Islam Madura.

Biro_Isda_Jateng. 2019. Kartu Tani. Biro Infrastruktur Dan Sumber Daya Alam, Sekda Provinsi Jawa Tengah. 2019. https://biroinfrasda.jatengprov.go.id/programkegiatan/kartu-tani/.

BUMP_PTS. 2017. "Latar Belakang BUMP PT. Pengayom Tani Sejagad." "BUMP PT. Pengayom Tani Sejagad." 2017. https://bumppts.com/.

CEMA. 2017. Digital Farming: What Does It Really Mean? Brussels. https://www.cema-agri.org/digital-farming.

Daini. 2012. Traktor Remote Control Chandue, 085242720795. https://youtu.be/nDDLmLrCM0U

Debora, Y. 2019. Sejarah Revolusi Industri dari 1.0 hingga 4.0, Tirto.id. 18 Februari 2019.

Dishanpan Provinsi Jawa Tengah. 2018. Kajian Sislogda, 2018. Ungaran (ID): Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah. 49 hlm.

Dishanpan.Jatengprov. 2018. Sislogda Konsep Dan Implementasi: Seminar Hasil. Ungaran (ID): Dishanpan Provinsi Jateng. http://dishanpan .jatengprov.go.id/kumpulan-materi-rapat-dishanpan-prov-jateng/.

Distanbun. Jatengprov. 2019. Agro Jowo - Pusat Agro Jawa Tengah. Distanbun. Jatengprov. Dinas Pertanian dan Perkebunan Jawa Tengah. 2019. http://agrojowo.distanbun.jatengprov.go.id/.

Djunaedi, Akhmad. 2015. Teknologi Informasi Peran dan Fungsinya dalam. Dunia Perpustakaan. Pustaka. LP3ES Indonesia. p. 20

Dryancour, Gilles. 2017. Smart Agriculture for All Farms. Vol. 32. http://cema-agri.org/sites/default/files/publications/Cema smart agricul-ture for all farms_December 2017_.pdf.

Elizabeth, Roosganda. 2007. Penguatan Dan Pemberdayaan Kelembagaan Petani Mendukung Pengembangan Agribisnis Kedelai. Dalam: Dinamika Pembangunan Pertanian dan Pedesaan: Mencari Alternatif Arah Pengembangan Ekonomi Rakyat. Hlm. 165–73.

Febriamansyah, Rudi. 2018. Agriculture 4.0 dan Implikasinya terhadap Pendidikan Pertanian di Perguruan Tinggi. Disampaikan pada Kuliah Umum di % Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe , 3 Mei 2018. Lhokseumawe (ID).

Ghufron, M.A. 2018. Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan. Dalam: Seminar Nasional dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 332–37. Jakarta (ID).

Heksantoro, R. 2018. Ada Traktor Siluman Karya Warga Kebumen. DetikNews.com Rabu 28 November 2018.

Hermawan, Agus, Indrie Ambarsari, Dian M. Yuwono, Gama Noor Oktaningrum, Sarjana, A. Citra K, dan Jon Purmianto. 2018. Laporan Akhir Tahun Model Bioindustri Berbasis Sapi-Sayuran Dataran Tinggi di Jawa Tengah.

https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-4321391/ada-traktor-siluman-karya-warga-kebumen

https://tirto.id/sejarah-revolusi-industri-dari-10-hingga-40-dhhu.

https://www.bukalapak.com/p/industrial/mesin/mesin-pertanian-taman/ztbr1v-jual-kit-traktor-remote-control-ver-trial

Irsyad, Moch. Ali. 2018. Analisis Startup Digital IGrow Dalam Implementasi Pembangunan Ekuitas Merek Berbasis Pelanggan (Customer Based Brand Equity). Surabaya (ID): Universitas Airlangga.

Kariyasa, K. 2012. Perubahan Struktur Ekonomi Dan Kesempatan Kerja Serta Kualitas Sumberdaya Manusia Di Indonesia. Soca: Jurnal Sosial, Ekonomi Pertanian, [S.l.], nov. 2012. ISSN 2615-6628. p. 1-21

Muslim, Abdul. 2019. 2019, Pengguna Internet Tembus 175 Juta Investor Daily. Investor Daily Indonesia, January 4, 2019.

Nasrul, Wedy. 2012. Pengembangan Kelembagaan Pertanian Untuk Peningkatan Kapasitas Petani Terhadap Pembangunan Pertanian. MENARA Ilmu III (29): 166–74.

Nurdin, Nazar. 2015. Ajak Petani Berpikir Maju, Ganjar Luncurkan Kartu Tani. Kompas.Com. 2015. https://regional.kompas.com/read/2015/03/04/13440311/Ajak.Petani.Berpikir.Maju.Ganjar.Luncurkan.Kartu.Tani.

Prasetyo, Wildan Harits, Sri Hariani Eko Wulandari, dan Norma Ningsih. 2018. Rancang Bangun Aplikasi Ayopanen Untuk Pengelolaan Penyedia Hasil Pertanian. JSIKA 7 (4): 1–7.

Pratama, Aditya Hadi. 2017. Gandeng 8Villages, Gubernur Jawa Tengah Luncurkan RegoPantes. Techinasia,Com. 2017. https://id.techinasia.com/peluncuran-regopantes-8villages.

Prayitno, dan Rani Raharjanti. 2017. Inovasi Jejaring Pemasaran Pada Produk Petani Fokustani Wonosobo Dengan Metode Social Media Marketing. ORBITH. 13 (2): 96–100.

Prisecar, Petre. 2016. Challenges of the Fourth Industrial Revolution. Knowledge Horizons - Economics 8 (1): 57–62. https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7247-4.50007-0.

Purnamasari, Astri. 2019. Building The Indonesian Ag-Tech Ecosystem. In Workshop Pemantapan Kinerja Pertanian Bioindustri Merespons Era Pertanian 4.0. Bogor (ID): BBP2TP. Balitbangtan.

Ratuwalu, Barnabas. 2016. "Transisi Masyarakat Agraris Menuju Masyarakat Industrial Indonesia." Journal of Industrial Engineering 1 (2): 1–9. http://e-ournal.president.ac.id/presunivojs/index.php/journalofIndustrial Engineerin/article/view/343.

Rodin, Rhoni. 2013. Transisi Masyarakat Indonesia Menuju Masyarakat Informasi. Jurnal Palimpsest. 4 (2): 1–8.

Rojko, Andreja. 2017. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. IJIM 11 (5): 77–90. https://doi.org/10.1111/j.1600-065X.1972.tb00044.x.

Roziki, Yayan Isro. 2019. Ganjar Panen Melon Bareng 11 Dubes Negara Sahabat, Kenalkan Aplikasi Agro Jowo Di SAE 2019 Artikel Ini Telah Tayang Di Tribunjateng.Com Dengan Judul Ganjar Panen Melon Bareng 11 Dubes Negara Sahabat, Kenalkan Aplikasi Agro Jowo Di SAE 2019. TribunJateng.Com. 2019. https://jateng.tribunnews.com/2019/07/04/ganjar-panen-melon-bareng-11-dubes-negara-sahabat-kenalkan-aplikasi-agro-jowo-di-sae-2019?page=4.

Sadono, Dwi. 2008. Pemberdayaan Petani: Paradigma Baru Penyuluhan Pertanian di Indonesia. 4 (1): 65–74.

Sari, Reni Puspita. 2017. Pencapaian Masyarakat Informasi Ditinjau Melalui Implementasi Program Kelompok Informasi Masyarakat (KIM): Studi Kasus Implementasi Program KIM Di Jawa Timur Di Wilayah Rural (KIM Nglanduk Dan KIM Warurejo) Dan Wilayah Urban (KIM Mojo Dan KIM Swaraguna). Berkala Ilmu Perpustakaan Dan Informasi 13 (1): 56–63.

Suradisastra, K. 2006. Revitalisasi Kelembagaan Untuk Percepatan Pembangunan Sektor Pertanian Dalam Otonomi Daerah. Analisis Kebijakan Pertanian. 4 (4): 281–314. http://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdffiles/ART4-4a.pdf.

Techno-geek. 2019. 3 Aplikasi Berbasis Mobile Yang Harus Diketahui Petani Milenial. Kumparan.Com, 2019. https://kumparan.com/techno-geek/3-aplikasi-berbasis-mobile-yang-harus-diketahui-petani-milenial-1552016434248727255.

Waskito, Yanuar AP, Wiludjeng Roessali, dan Anang M Legowo. 2018. Strategi Pengembangan Agribisnis Ekstrak Daun Zaitun di Startup Center Depok Jabar. Agromedia. 36 (1): 75–85.

Zamani, Labib. 2018. Karya Anak Bangsa, 'Drone' Ini Mampu Semprot Pupuk Untuk 5 Hektar Padi Per Jam Artikel Ini Telah Tayang Di Kompas.Com Dengan Judul 'Karya Anak Bangsa, "Drone" Ini Mampu Semprot Pupuk Untuk 5 Hektar Padi Per Jam.' KOMPAS.com. 2018. https://regional.kompas.com/read/2018/01/24/20532841/karya-anak-bangsa-drone-ini-mampu-semprot-pupuk-untuk-5-hektar-padi-per-jam?page=1.

Kesiapan Pemerintah Provinsi dan Generasi Milineal Serta Petani Jawa Timur Memasuki Revolusi Industri 4.0

Tri Sudaryono dan Sri Satya Antarlina

Pertumbuhan ekonomi suatu negara selaras dengan perkembangan pertaniannya. Begitu strategisnya posisi pertanian dalam kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi ditunjukkan oleh kontribusi yang nyata sektor pertanian dalam berbagai aspek perekonomian, diantaranya sebagai penyedia pangan, bahan pakan, bahan baku industri, penyerap tenaga kerja, penyumbang produk domestik bruto (PDB), dan sumber utama pendapatan rumah tangga di pedesaan (Haris et al., 2017). Keberhasilan pembangunan sektor pertanian terutama dalam meningkatkan pendapatan dan ketersediaan bahan pangan pokok masyarakat diharapkan akan memacu berkembangnya sektor industri dan jasa serta mempercepat transformasi struktur perekonomian nasional (Isbah dan Iyan, 2016).

Kedudukan sektor pertanian dalam perekonomian nasional maupun regional sangat strategis. Kenyataan menunjukkan bahwa sektor pertanian memegang peranan penting dalam sumbangannya terhadap produk domestik bruto (PDB) maupun produk domestik regional bruto (PDRB) (Widianingsih et al., 2015; Oktavia et al., 2016; Syahroni, 2016). Usaha sektor pertanian tidak terlepas dari penyediaan pangan. Kebutuhan pangan adalah salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Seiring dengan pertumbuh-an penduduk dunia yang tinggi, pangan menjadi komoditas vital dan menjadi perhatian banyak negara (Krisnamurthi, 2016). Oleh karena itu, pertanian adalah salah satu sektor krusial dalam mewujudkan ketahanan pangan. Adanya ketidakseimbangan antara pertumbuhan jum-lah penduduk dengan produksi pangan menyebabkan adanya permasalahan ketersediaan pangan global. Menurut Hakim (2017) diperlukan berbagai inovasi bagi pemecahan masalah ketersediaan pangan global yang terbagi dalam tiga (3) pendekatan, yaitu :

1. Pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan cara konvensional
2. Pembangunan pertanian ke depan harus integratif antar komponen terkait, sehingga usahatani lebih efisien dan efektif
3. Kegiatan produksi masal secara in-vitro skala laboratorium

Selain sebagai penyedia pangan, kegiatan pertanian juga tidak terlepas dengan serapan tenaga kerja. Sektor pertanian masih memegang peranan penting dalam menyerap tenaga kerja (Kurniawan, 2008; Rompas et al., 2015). Jumlah tenaga kerja yang terserap di sektor pertanian masih yang terbesar dibandingkan sektor perekonomian lainnya, meski ada kecenderungan semakin menurun. Jika pada tahun 2011 tenaga kerja yang bekerja di sek-tor pertanian berkisar 36 juta orang, pada tahun 2019 diprediksi pada kisaran 34 juta orang.

Jawa Timur sebagai salah satu sentra pertanian dan pangan di Indonesia berdasar-kan perubahan lingkungan stratetegis yang dinamik, melalui Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan dalam Renstra periode 2014-2019 menitikberatkan pada : (1) pembangunan ekonomi, (2) penyedia pangan bagi penduduk Jawa Timur sekaligus berkontribusi sebagai lumbung pangan Nasional, dan (3) menjadi sektor yang menyerap tenaga kerja di pedesaan. Pada tahun 2017, kontribusi Jawa Timur terhadap Nasional untuk padi adalah 16,09%; jagung sebesar 21,90% serta kedelai sebesar 37,29%. Di Jawa Timur, pertanian masih menjadi penyumbang terbesar penyerapan tenaga kerja. Pada tahun 2017 sektor pertanian menyerap tenaga kerja sebesar 33,05% jauh lebih besar dibandingkan sektor perdagangan yang hanya menyerap tenaga kerja sebesar 18,14% dan industri pengolahan 27,37% (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur, 2018).

Betapa strategis dan pentingya peran sektor pertanian bagi kehidupan masyarakat serta pembangunan perekonomian, maka ke depan pertanian harus diarahkan sebagai usa-ha yang modern dan komersial. Menurut Gustiana (2015) pengembangan sektor pertanian ke depan perlu didukung oleh sumberdaya kapital, teknologi maju, serta sumberdaya manu-sia terampil berwawasan agribisnis dan berkelanjutan. Pengembangan sektor pertanian yang lebih maju dan modern sekaligus sebagai upaya menginisiasi dunia pertanian kita memasuki era industri 4.0. Tulisan ini berupaya menggambarkan kesiapan daerah baik lembaga lembaga pemerintah maupun petani dalam memasuki revolusi industri pertanian 4.0.

MODERNISASI PERTANIAN SEBAGAI SPIRIT MEMASUKI REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Kebutuhan pokok manusia yang paling utama adalah pangan. Adanya peningkatan jumlah penduduk yang sangat pesat saat ini, dimana berdasarkan data PBB diprediksi akan ada sekitar 9,3 milyar manusia yang akan menghuni bumi pada tahun 2050, kebutuhan makanan diperkirakan bisa mencapai dua kali lipat dari kebutuhan makanan saat ini. Oleh karena itu diperlukan inovasi-inovasi untuk mencukupi kebutuhan pangan di masa depan (Widyana, 2019). Ke depan pertanian Indonesia agar mampu memerankan fungsinya sebagai penyedia pangan, sektor pertanian harus didorong dan diwujudkan sebagai usaha yang modern.

Pranadji dan Simatupang (1999) mengemukakan bahwa modernisasi pertanian dapat dipandang sebagai proses untuk mensejajarkan tahapan pembangunan pertanian kita dengan pembangunan pertanian di negara-negara maju, yang sekaligus juga pemacuan dan pensejajaran pembangunan pertanian antar wilayah propinsi. Modernisasi pertanian selain penerapan inovasi teknologi yang maju, juga dilakukan melalui penerapan alat dan mesin pertanian (alsintan). Penerapan alsintan pada budidaya pertanian merupakan upaya pemerintah mengantisipasi semakin berkurangnya tenaga kerja pertanian. Penerapan inovasi dan alsintan diharapkan mampu mengubah pola pikir petani dari bertani secara tra-disional/konvensional ke modern (Ismail, 2019).

Selain itu, untuk mengubah pola pikir peta-ni harus diikuti juga komunikasi yang intensif oleh pembawa inovasi, utamanya petugas lapangan atau penyuluh. Rangkuti (2010) mengemukakan bahwa komunikasi telah nyata berperan untuk membantu proses peralihan masyarakat tradisional menjadi masyarakat modern, khususnya peralihan dari kebiasaan-kebiasaan yang menghambat pembangunan kearah sikap baru yang tanggap terhadap pembaharuan. Oleh karena itu, modernisasi pertanian berdampak terhadap peningkatan keterampilan petani dan pendapatannya (Askina, 2016; Rifkian et al., 2017)

Inovasi teknologi pertanian sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Bagi Indonesia yang terus menargetkan swasembada pangan, inovasi teknologi pertanian juga sangat penting karena mampu menciptakan efisiensi dalam ketersediaan pangan. Efisiensi dapat diwujudkan melalui inovasi mekanisasi pertanian. Dukungan Badan Litbang Pertanian

terhadap perwujudan pertanian melalui perakitan/perekayasaan berbagai alat dan mesin pertanian sangat diperlukan Berbagai alat dan mesin pertanian telah dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian, diantaranya traktor roda dua dan roda empat, mesin tanam (transplanter), mesin perbenihan modern otomatis, mesin panen (*combine harvester*), mesin peng-hancur tanaman, mesin pengemas benih.

Dukungan pemerintah dalam mewujudkan pertanian modern, melalui Kementerian Pertanian antara lain berupa penyalurkan alat dan mesin pertanian kepada kelompok tani maupun ga-bungan kelompok tani sejak tahun 2015. Alsintan yang disalurkan kepada kelompok tani ataupun gabungan kelompok tani berupa traktor roda dua, traktor roda empat, pompa air, transplanter, choper, cultivator, excavator, combine harvester, hand sprayer (Ismail, 2019)

Pada tahun 2015 sampai 2018 berturut-turut telah disalurkan alsintan sebanyak 54.083 unit, 148.832 unit, 82.560 unit, dan 112.525 unit. Mekanisasi pertanian diharapkan akan memberikan dampak tidak hanya peningkatan produksi, tetapi juga terhadap efisiensi dan efektivitas usahatani dan pendapatan petani (Djamhari, 2009; Togatorop, 2017; Paman et al., 2017).

Peningkatan penggunaan alat mesin pertanian merupakan indikator semakin majunya pertanian di Indonesia. Penggunaan alat mesin pertanian mulai dari tahap pengolahan lahan hingga ke tahap panen dan pengolahan hasil mendorong efisiensi dalam kegiatan usahatani. Dampaknya, biaya yang harus dikeluarkan oleh petani lebih rendah, sehingga diharapkan tingkat kesejahteraan petani semakin bertambah (Putri, 2019).

Jawa Timur sebagai sentra produksi pangan dengan kontribusi yang nyata terhadap produksi pangan nasional mempunyai potensi untuk mewujudkan pertanian modern sekali-gus sebagai inisiasi memasuki era Revolusi Industri 4.0. Potensi mewujudkan pertanian mo-dern di Jawa Timur didukung oleh keberadaan alat dan mesin pertanian yang memadai.

Pada periode 2015-2017, di Jawa Timur tersedia hand sprayer sebanyak 3.656 unit, peron-tok kedelai 8 unit, pemipil jagung 878 unit, RMU 65 unit, dryer padi 1.926 unit, thresher 40 unit, combine harvester jagung 1.926 unit, combine harvester padi 2.198 unit, pompa air 2.512 unit, cultivator 243 unit, transplanter 1.175 unit, hand traktor 6.362 unit dan APPO 199 unit (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, pertanian modern dicirikan oleh biaya produksi yang rendah, siklus produksi pendek, penerapan teknologi tinggi/teknologi maju, hasil dan nilai tambah tinggi, adanya diversifikasi hasil/produk, ramah lingkungan serta berkelanjutan. Pertanian modern yang berkarakter seperti itu adalah gambaran pertanian masa depan Indonesia sebagai spirit memasuki Revolusi Industri 4.0.

GAMBARAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI INDONESIA

Revolusi Industri 4.0 pertama kali diperkenalkan secara publik pada tahun 2011 oleh sekelompok perwakilan dari berbagai bidang untuk meningkatkan daya saing Jerman di industri manufaktur. Revolusi Industri 4.0 menjadi lompatan besar bagi sektor industri, dimana teknologi informasi dan komunikasi dimanfaatkan sepenuhnya tidak hanya dalam proses produksi saja, tetapi juga diseluruh rantai industri sehingga melahirkan model bisnis baru dengan basis digital untuk mencapai efisiensi yang tinggi dan kualitas yang lebih baik. Perkembangan dunia internet dan teknologi digital yang cepat dan masif memengaruhi penggunaan daya komputasi dan data yang tidak terbatas. Kondisi seperti itu menyebabkan mesin menjadi alat independen yang mampu mengumpulkan data menjadi database dan menganalisis serta memberi masukan untuk efisiensi dan efektiivitas proses produksi.

Dalam Revolusi Industri 4.0 terjadi transformasi secara cepat dalam proses produksi yang semula menggunakan tenaga manusia beralih dengan menggunakan mesin. Kondisi seperti itu mengakibatkan barang-barang dapat diproduksi secara masal dalam jumlah yang banyak dengan waktu relatif singkat. Dengan transformasi yang sangat cepat tersebut maka responnya harus terintegrasi dan komprehensif, yang melibatkan semua pihak yang berke-pentingan mulai pemerintah, sektor publik dan swasta hingga akademisi serta masyarakat. Bagaimana implementasi Revolusi Industri 4.0 di Indonesia saat ini? Saat ini Revolusi Industri 4.0 sudah dijalankan di bidang transportasi, Jasa Marga menerapkan e-Toll/cashless untuk pembayaran jalan tol, transportasi online seperti Grab, Gojek. Dibidang pemasaran online telah banyak diimplementasikan, seperti Bukalapak, Tokopedia, Lazada, Shopee dan Blibli.

Di era Revolusi Industri 4.0 terjadi lompatan besar dalam sektor industri, dimana teknologi informasi dan komunikasi dimanfaatkan sepenuhnya. Pada era ini model bisnis mengalami perubahan besar, tidak hanya dalam proses produksi, melainkan juga di seluruh rantai nilai industri (Satya, 2018).

Pemerintah telah merancang *Making Indonesia* 4.0 sebagai sebuah *roadmap* (peta jalan) yang terintegrasi untuk mengimplementasikan sejumlah strategi dalam memasuki era Revolusi Indistri 4.0 Making Indonesia 4.0 yang dilaunching oleh Presiden Joko Widodo pada tanggal 4 April 2018 di Jakarta Convention Center (JCC) bersamaan dengan pembukaan Indonesia Industrial Summit 2018, merupakan komitmen Indonesia untuk membangun industri manufaktur yang kokoh dan berdaya saing global. Selain itu, salah satu visi Making Indonesia 4.0 adalah menjadikan Indonesia masuk dalam 10 besar negara yang memiliki perekonomian terkuat di dunia pada tahun 2030.

Dalam *roadmap* Making Indonesia 4.0 ditetapkan lima industri yang menjadi fokus implementasi (Satya, 2018), yaitu makanan dan minuman (mamin), tekstil, otomatif, elektronik dan kimia. Kelima industri tersebut merupakan tulang punggung perekonomian yang diharapkan akan mampu memberikan efek ungkit yang besar, meningkatkan daya saing, serta memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia.

REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DIBIDANG PERTANIAN

Revolusi Industri 4.0 yang sedang berjalan saat ini telah berdampak besar ke semua lini, termasuk di bidang pertanian. Dampak itu terlihat dengan berbagai disrupsi mulai dari kecepatan dan kreativitas yang dapat menggantikan tenaga manusia maupun bioversitas-nya. Manusia dan biodiversitas tidak lagi berfungsi sebagai pemain utama dalam dunia pertanian. Menurut Tanaya (2019) digitalisasi, bioteknologi, proses yang efektif merupakan kunci utama dari Revolusi Industri 4.0 di dunia pertanian.

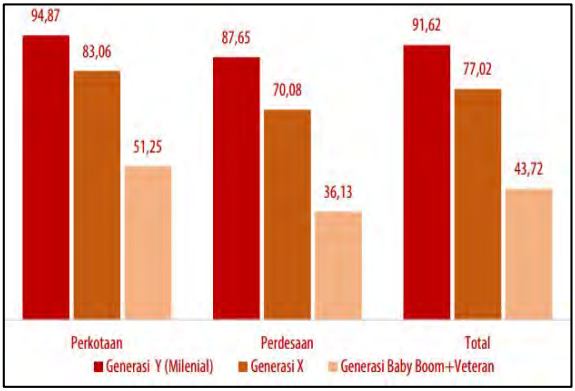
Indonesia sebagai negara agraris sudah saatnya menerapkan Revolusi Industri 4.0 pada sektor pertanian. Penerapan Revolusi Industri 4.0 akan mampu meningkatkan produk-tivitas hasil pertanian dengan lebih efisien dan efektif (Hidayat, 2019). Menurut Suharman dan Murti (2019) serta Engel dan Suakanto (2018) ada lima teknologi utama yang meno-pang implementasi Revolusi Industri 4.0 dalam bidang pertanian, yaitu basis internet (*internet of things*), super computer (*artificial intelligence*), kendaraan tanpa awak (*human-machine interface*), teknologi robotik (*smart robotic*) serta teknologi 3D *printing*.

Di dalam *roadmap* Making Indonesia 4.0 telah ditetapkan lima fokus implementasi Revolusi Industri 4.0, salah satunya yang utama adalah makanan dan minuman. Hal ini me-nunjukkan bahwa posisi pertanian sebagai penyedia bahan dan penyedia bahan baku industri, termasuk industri minuman sangat

strategis dan penting. Diprediksi kebutuhan pangan yang semakin meningkat di masa depan, diikuti dengan penyempitan lahan perta-nian dan berkurangnya tenaga kerja, akan menyebabkan problematika tersendiri di sektor pertanian. Problematika tersebut dapat diatasi jika di era Revolusi Industri 4.0, pertanian dikelola secara modern, profesional, dan pintar (*smart*) berbasis inovasi dan teknologi digital (Widyana, 2019). Revolusi Industri 4.0 pada bidang pertanian pada intinya adalah penerapan *smart farming* atau *precision agriculture* (Sadwina, 2019). Oleh karena itu, kegiatan budidaya pertanian di era Revolusi Industri 4.0 tidak perlu semuanya dikerjakan oleh manusia, tetapi menggunakan kemajuan teknologi, seperti penyemprotan pestisida untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) menggunakan drone. Di era Revolusi Industri 4.0, pemerintah ingin mewujudkan modernisasi pertanian dengan mengoptimalkan penggunaan teknologi maju dan petani milineal (Angel, 2019). Untuk menumbuhkan petani milineal diperlukan adanya percontohan dalam bentuk ekowisata pertanian dengan pene-rapan teknologi maju.

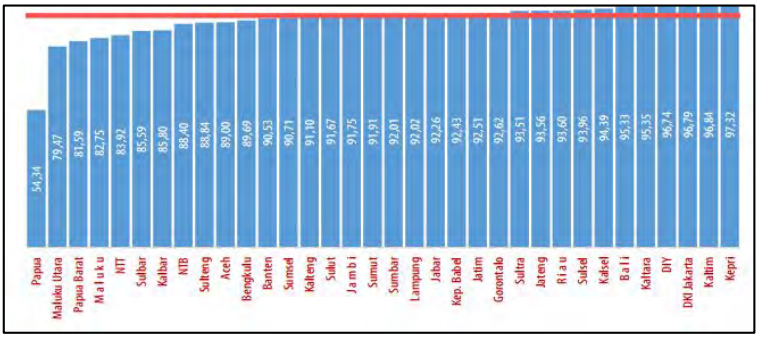
Generasi milineal yang bergerak dibidang pertanian menjadi kunci keberhasilan pe-nerapan Revolusi Industri 4.0 di sektor pertanian. Revolusi Industri 4.0 direflesikan oleh penggunaan *internet of things* (Engel dan Suakanto, 2018). Generasi milineal tumbuh di era teknologi yang menyentuh setiap sendi kehidupan dan gaya hidup generasi milineal yang semakin menantang serta lebih dinamis. Oleh karena itu, generasi milineal serta teknologi informasi dan komunikasi (TIK) seperti dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Melalui penguasaan TIK generasi milineal saling terhubung dan berkomunikasi dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Jika generasi milineal mampu memanfaatkan TIK secara optimal, maka setiap pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien.

Salah satu perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat adalah perkembangan piranti komunikasi nirkabel atau telepon seluler maupun *smartphone*. Di Indonesia, pemanfaatan telepon seluler menunjukkan bahwa generasi milineal lebih unggul dibandingkan dengan generasi-generasi sebelumnya (Gambar 1).



Gambar 1. Persentase generasi milineal di Indonesia yang menggunakan telepon seluler dan daerah tempat tinggal pada tahun 2017
(*Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018)*

Pada tahun 2017, generasi milineal yang menggunakan telepon seluler sudah mencapai 91,62% (Kem. Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018). Persentase ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan generasi X yang sebesar 77,02% dan *generasi babby boom* dan veteran hanya 43,72%. Bila ditelaah lebih lanjut berdasarkan provinsi, hampir di seluruh provinsi persentase generasi milineal yang menggunakan telepon seluler sudah di atas 80% (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase generasi milineal di Indonesia yang menggunakan teleponseluler menurut provinsi pada tahun 2017
(Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018)

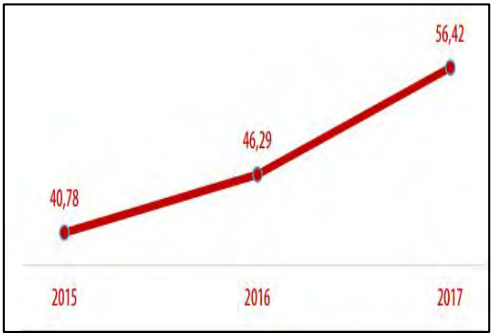
Banyaknya generasi milineal yang memanfaatkan piranti telekomunikasi canggih (telepon seluler maupun *smartphone*) merupakan modal dasar bagi modernisasi pertanian di Indonesia sebagai spirit memasuki Revolusi Industri 4.0.

PERKEMBANGAN STARTUP DAN APLIKASI PERTANIAN DI INDONESIA

Revolusi Industri 4.0 di sektor pertanian tidak terlepas dengan perkembangan startup dan aplikasi pertanian. Di Indonesia perkembangan startup dan aplikasi tergolong bagus. Setiap tahunnya terus bermunculan startup baru yang semakin beragam jenis dan manfaatnya. Pertumbuhan startup yang terus meningkat dari tahun ke tahun tidak terlepas dari perkembangan penggunaan internet yang juga terus meningkat dari waktu ke waktu.

Berdasarkan survei yang dilakukan Asosiasi Penyelenggara Internet Indonesia (APJII) yang dirilis Maret 2019, sebanyak 64,8% penduduk Indonesia sudah melek internet. Tren penggunaan internet dikalangan generasi milineal dari tahun ke tahun mengalami kenaikan (Gambar 3). Pada tahun 2015 generasi milineal yang mengakses internet tercatat sebesar 40,78%, tahun 2016 meningkat menjadi 46,29% dan pada tahun 2017 naik menjadi 56,42% (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018).

Apabila dilihat dari wilayah tempat tinggal, terlihat bahwa generasi milineal yang mengakses inter-net yang tinggal di daerah perkotaan proporsinya lebih tinggi jika dibandingkan dengan generasi milineal yang tinggal di pedesaan. Generasi milineal diidentikkan dengan penggunaan internet yang massif, seperti untuk berbelanja secara *online*. Kondisi seperti merupakan salah satu faktor yang mendorong berkembangan startup di Indonesia.



Gambar 3. Persentase generasi milineal di Indonesia yang mengakses internet periode 2015-2017
(Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018)

Bisnis startup di Indonesia saat ini masih dikuasai oleh startup yang bergerak di bidang *e-commerce* dan layanan *on demand*. Kenyataan itu dibuktikan dengan kemunculan nama-nama startup besar, mulai dari Tokopedia, Bukalapak, Go-Jek. Indonesia merupakan negara agraris yang mayoritas penduduknya bergerak dibidang pertanian. Melihat potensi tersebut, akhirnya mulai bermunculan beberapa startup yang membuat aplikasi untuk mengembangkan bisnis dibidang pertanian. Startup dan aplikasinya bisa membantu konsumen untuk mendapatkan informasi soal harga produk pertanian. Selain itu, startup dan aplikasi pertanian juga bisa menjadi sumber informasi bagi petani mengenai cara budidaya, solusi masalah pertanian dan problematika lainnya dibidang pertanian. Sampai dengan tahun 2017 lebih dari 10 startup dan aplikasi pertanian yang berdiri dan ber-kembang di Indonesia (Pratama, 2017). Startup dan aplikasi pertanian yang dimaksud adalah :

Eragano. Merupakan startup yang menyediakan solusi dari hulu sampai hilir di sektor pertanian. Aplikasi yang disediakan oleh Eragano, diantaranya penjualan perlengkapan pertanian dan pupuk, sistem pengelolaan sawah, pemberian pinjaman untuk petani.

iGrow. Merupakan startup dengan platform yang memungkinkan semua orang untuk berinvestasi di bidang pertanian dan mematauinya secara *online*.

8Villages. Merupakan perusahaan yang membuat aplikasi bernama ***Petani.*** Melalui aplikasi ini petani bisa bertukar informasi dengan para pakar pertanian, serta menanyakan berbagai masalah terkait dengan pertumbuhan tanaman. Selain aplikasi Petani, mereka juga menghadirkan layanan bernama RegoPantes, platform yang memungkinkan petani menjual langsung produknya kepada konsumen. Melalui aplikasi ini petani mendapatkan harga jual yang lebih layak dibandingkan jika menjual lewat tengkulak/distributor.

SayurBox. Merupakan aplikasi yang memungkinkan konsumen memesan sayuran or-ganik segar yang baru dipanen oleh petani. Pemesanan harus dilakukan sebelumnya dan pada waktu yang diminta tim SayurBox akan mengantar sayuran yang baru saja dipanen ke konsumen. Saat ini, layanan baru menjangkau daerah Jakarta dan Tangerang Selatan.

Simbah. Merupakan aplikasi yang bisa membantu petani bertanya segala hal tentang dunia pertanian. Selain itu, aplikasi ini bisa membantu para petani untuk menjual hasil panen langsung kepada konsumen, sehingga bisa meningkatkan harga jual hasil panen petani.

Pantau Harga. Merupakan aplikasi yang bisa dimanfaatkan petani untuk mengetahui informasi harga beragam komoditas pangan di pasar. Dengan begitu, transaksi jual beli antara konsumen dan produsen (petani) menjadi lebih transparan.

Karsa. Merupakan aplikasi yang bisa memberikan informasi pertanian kepada para petani, produsen produk pertanian, serta pemerintah. Dengan aplikasi ini, para petani bisa mendapatkan informasi cara budiddaya tanaman yang baik. Di sisi lain, produsen dan pemerintah juga bisa mengetahuiapa saja yang dibutuhan oleh petani, serta memonitor harga produk pertanian di pasar.

Kecipir. Sebelum tahun 2016, Tantyo Bangun membuat platform penjualan sayuran organik dengan nama LOFMart. Merasa nama tersebut kurang laku, ia pun mengubahnya menjadi Kecipir. Saat ini, Kecipir mengklaim jika mereka telah mempunyai lebih dari empat puluh petani sayur organik dengan lebih dari enam puluh jenis sa-yuran untuk melayani para pelanggan di wilayah Jabodetabek.

TaniHub. Merupakan sebuah startup yang terbentuk pada event Startup Weekend pada tahun 2015. Dengan platform yang mereka buat, TaniHub ingin memotong jalur disbtribusi sehingga para petani bisa langsung menjual hasil panennya kepada konsumen.

Limakilo. Seperti halnya TaniHub, Limakilo merupakan startup yang berusaha menghi-langkan peran tengkulak dalam distribusi bahan pangan, meski hanya fokus pada produk bawang merah. Dengan layanan Limakilo, petani bisa langsung terhubung dengan konsumen yang ingin membeli hasil panen petani.

Sikumis. Merupakan sebuah platform yang bisa digunkan konsumen untuk membeli berbagai hasil bumi, mulai dari produk peretanian, perikanan, perkebunan hingga peternakan. Dengan marketplace yang mereka buat, para konsumen bisa mendapat-kan barang dengan harga miring dan petani pun bisa tetap mendapatkan keuntung-an yang layak.

Crowde. Merupakan sebuah *platform crowdfunding* yang bisa dimanfaatkan untuk ber-investasi di bidang pertanian. Dengan berinvestasi di Crowde, bisa mendapatkan keuntungan sekitar 30% dari hasil penjualan yang berhasil dipanen.

CI-Agriculture. Merupakan aplikasi untuk solusi manajemen lahan pertanian yang berbasis analisis cuaca, sensor tanah, citra satelit serta penggunaan drone. Layanan yang bi-sa dimanfaatkan adalah rekomendasi yang tepat untuk saat menaman, waktu yang terbaik untuk pemberian pupuk, saat yang tepat untuk penyemprotan pestisida.

PanenID. Merupakan platform yang bisa membantu para petani menjual hasil panen langsung kepada konsumen, pemilik hotel, restoran serta katering. Platform ini di-klaim bisa menjaga stabilitas harga pangan serta memberikan keuntungan yang merata bagi semua pihak.

Habibi Garden. Merupakan aplikasi pertanian berbasis *internet of things* (IoT) yang bisa memberikan data real-time tentang kondisi tanah di sebuah lahan pertanian ataupun perkebunan. Dengan data tersebut, pemberian nutrisi bisa menjadi lebih efektif. Saat ini sedang dikembangkan sebuah aplikasi yang memungkinkan petani memantau perkembangan tanaman dari smartphone.

Aplikasi teknologi pertanian lainnya yang terbaru karya anak negeri adalah RiTX Bertani berbasis android, yang dapat digunakan oleh petani untuk melalukan pencatatan kegiatan bertani. RiTX Bertani yang berbasis Internet of Things (IoT) juga terintegrasi dengan tanah dan cuaca yang terpasang di lahan. Oleh karena itu, petani bisa langsung mendapatkan rekomendasi kegiatan bertani yang lebih presisi melalui data yang terekam. Melalui aplikasi ini, petani tidak hanya terbantu dalam pekerjaannya, tetapi lingkungan juga

terjaga. RiTX Bertani dikembangkan oleh dosen Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Bayu Dwi Apri Nugroho bersama dengan tim dari PT Mitra Sejahtera Membangun Bangsa (MSMB). RiTX Bertani berhasil meraih Sertificate of Merit kategori Public Distinction dalam ajang Asia Smart App Awards 2019 di Hongkong 20 Juni 2019 (Subandar, 2019).

DUKUNGAN BADAN LITBANG PERTANIAN UNTUK MEWUJUDKAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DIBIDANG PERTANIAN

Badan Litbang Pertanian sebagai lembaga riset Kementerian Pertanian mendukung terwujudnya pertanian modern di era Revolusi Industri 4.0 yang sedang berlangsung saat ini. Berbagai aplikasi berbasis *online/internet of things* (IoT) telah dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian. Produk Badan Litbang Pertanian berupa aplikasi pertanian berbasis IoT, diantaranya adalah KATAM (Kalender Tanam) Terpadu. Melalui aplikasi ini petani dengan mudah dapat mengetahui waktu tanam yang tepat, penggunaan varietas dan pemupukan yang tepat dari aspek waktu pemberian, jumlah/dosis, maupun jenis pupuk.

Aplikasi KATAM Terpadu rekomendasinya tidak hanya di tingkat kabupaten, melainkan sampai di tingkat kecamatan bahkan desa. Aplikasi pertanian lainnya yang telah dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian adalah SIMOTANDI (Sistem Informasi Monitoring Pertanaman Padi). Aplikasi ini menggunakan citra satelit berresolusi tinggi, oleh karena itu, melalui aplikasi ini bisa dimanfaatkan untuk membaca *standing crop* tanaman padi.

Badan Litbang Pertanian juga telah menghasilkan aplikasi yang cukup mem-banggakan, yaitu *Smart Green House* yang terintegrasi dengan sistem android. Hal ini me-mungkinkan untuk melakukan control dan pengawasan *green house* dari jarak jauh dimana pun kita berada. Keunggulan *Smart Green House* ini antara lain, (1) sebagai rumah tanaman, dimana iklim mikro (suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan lengas tanah) yang dibutuhkan tanaman sebagai syarat tumbuhnya dapat dikendalikan; (2) dapat diakses menggunakan smartphone berbasis android sehingga dapat diakses dimana saja dan kapan saja asal smartphone terkoneksi dengan internet. Aplikasi lain yang telah dihasilkan Badan Litbang Pertanian dalam mendukung penerapan Revolusi Industri di bidang pertanian, diantaranya SI MANTAP, smart farming, smart irrigation.

Produk Badan Litbang Pertanian berupa alat mesin per-tanian canggih, yaitu traktor tanpa operator dan drone pintar. Dalam pengembangannya menuju pertanian 4.0 penggu-naan drone untuk pemantauan pertanaman, operasional pengendalian organisme pengga-nggu tanaman (penyemprotan pestisida), penyemprotan pupuk cair, maupun penggunaan drone untuk pemetaan lahan (Shofiyanti, 2011; Alfarizi et al., 2018).

KESIAPAN PEMPROV DAN GENERASI MILINEAL SERTA PETANI JAWA TIMUR MEMASUKI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Komitmen Pemerintah Provinsi

Menyadari bahwa Jawa Timur merupakan lumbung pangan andalan nasional dan menjadi sumber pertumbuhan ekonomi daerah, Pemerintah Provinsi Jawa Timur berkomit-men menjadikan sektor pertanian di era Revolusi Industri 4.0 merupakan usaha yang mo-dern dan maju. Komitmen Pemerintah Provinsi Jawa Timur tersebut dituangkan dalam pro-gram kerja periode 2019-2024 yang dikemas dalam Nawa Bhakti Satya (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2019).

Program unggulan Nawa Bhakti Satya merupakan program Pemerintah Provinsi untuk mewujudkan Jawa Timur yang lebih maju, sejahtera dan berkeadilan. Guna mewujudkan cita-cita tersebut, sektor pertanian masih menjadi andalan dan penggerak ekonomi daerah. Oleh karena itu pada era Revolusi Industri 4.0 Pemerintah Provinsi Jawa Timur mendorong peningkatan pengetahuan dan keterampilan SDM utamanya generasi mili-neal melalui Pendidikan vokasi, mendorong tumbuhnya startup usaha, membantu promosi usahawan muda, membantu pembiayaan usaha pada tahap awal.

Program Pemerintah Provinsi Jawa Timur tersebut tertuang dalam Bhakti Ke-2. Pemerintah Provinsi Jawa Timur terus mendorong pengembangan sekolah kejuruan sebagai sarana Pendidikan vokasi guna meningkatkan kualitas SDM yang siap untuk memenuhi kebutuhan di era Revolusi Industri 4.0.

Revolusi Industri 4.0 akan berpengaruh di semua aspek kehidupan masyarakat. Begitu strategisnya era Revolusi Industri 4.0 yang bergulir saat ini menjadi landasan bagi Pemerintah Provinsi Jawa Timur menggulirkan program-program unggulan/terobosan seba-gai fasilitasi bagi semua pihak untuk siap memasuki era Revolusi Industri 4.0.

Selain menetapkan program Nawa Bhakti Satya, Pemerintah Provinsi Jawa Timur juga menggulirkan program unggulan sebagai terobosan menuju Transformasi Jawa Timur 4.0 dan Mengubah Wajah Agrikultur Jawa Timur. Ada tiga program unggulan Pemerintah Provinsi Jawa Timur sebagai fasilitasi semua pihak untuk siap memasuki era Revolusi Industri 4.0, yaitu:

Milineal Job Center (MJC)

Merupakan program unggulan untuk menggodok para talenta muda yang memiliki minat dibidang industri ekonomi kreatif dan digital, seperti web developer, data scientist, dll. Dalam pelaksanaannya Pemerintah Provinsi Jawa Timur menggandeng startup yang maju dan berkembang, seperti GoJek, Bukalapak, dll.

Jatim Big Data

Selama ini Jawa Timur dikenal sebagai lumbung agrikultur Indonesia. Jawa Timur menyumbang 1/6 ekonomi Indonesia. Jawa Timur harus mampu menjadi lokomotif perekonomian Indonesia. Melalui Jatim Big Data Innitiative, pertanian dan perkebunan di Jawa Timur akan lebih maju dan modern. Berbicara Revolusi Industri 4.0 perlu adanya big data dan itulah langkah menuju making Jawa Timur 4.0.

East Java Super Corridor (EJSC)

Melalui implementasi Revolusi Industri 4.0, pemerintah Provinsi Jawa Timur bertekad menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di Indonesia dan menjadi klibat bagi daerah lain. Selain dalam bentuk program, komitmen Pemprov Jawa Timur dalam upaya menginisiasi memasuki era Revolusi Industri 4.0 adalah fasilitas untuk pasar produk pertanian dan Balai Pendidikan dan Latihan. Fasilitas untuk pemasaran produk pertanian, Pemprov Jawa Timur telah membangun Puspa Agro yang merupakan pasar induk modern pada areal 50 hektar.

Pasar induk modern yang di-*launching* oleh Menko Perekonomian pada tanggal 17 Juli 2010 selain sebagai tempat transaksi langsung antara petani/produsen dengan konsumen, juga diproyeksikan sebagai pasar induk terbesar dan terlengkap serta tempat pelatihan bagi petani muda. Fasilitas lain yang dimiliki oleh Pemprov adalah Balai Latihan Kerja (BLK) Wonojati

Singosari, Malang. BLK ini siap untuk melakukan Pendidikan vokasi di bidang pertanian dalam rangka peningkatan kompetensi dan produktivitas petani milineal untuk siap memasuki era Revolusi Industri 4.0.

Dukungan Pemerintah Kabupaten

Program yang telah digulirkan Pemprov Jawa Timur dalam rangka menginisiasi generasi milineal memasuki era Revolusi Industri 4.0 mendapatkan dukungan dari pemerintah daerah. Salah satu pemerintah daerah yang selaras dengan program Pemprov Jawa Timur adalah Kabupaten Banyuwangi. Dalam rangka melahirkan generasi milineal untuk terjun ke dunia bisnis pertanian, serta melahirkan petani milineal inovatif, visioner, melek teknologi.

Pemkab Banyuwangi melalui Dinas Pertanian setiap tahun yang dimulai tahun 2018 menggelar Agribusiness Startup Competition, pesertanya adalah generasi atau petani milineal yang berusia antara 17-35 tahun (Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwangi, 2018; Astro dan Purnomo, 2018; Cahyu, 2018; Sumarno, 2019). Selain melalui Agribusiness Startup Competition, dalam rangka mendorong dan memacu tumbuhnya bisnis rintisan (startup) berbasis pertanian, Pemkab Banyuwangi telah menjalin kerjasama dengan PT BRI Tbk dalam bidang bisnis pertanian (Fanani, 2019).

Kiprah Generasi Milineal (Akademisi)

Di berbagai kota di Jawa Timur terdapat perguruan tinggi baik negeri (PTN) maupun swasta (PTS) dengan basis pertanian maupun teknik. Di dalam kampus perguruan tinggi tersebut terdapat generasi milineal (akademisi) penghasil inovasi maupun aplikasi pertanian yang sangat berguna bagi generasi milineal memasuki era Revolusi Industri 4.0.

Beberapa karya generasi milineal (akademisi) yang bermanfaat untuk pengembangan pertanian modern sebagai spirit memasuki era Revolusi Indsutri 4.0, diantaranya :

Muhammad Taufik. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Jember ini menghasilkan software yang bernama PADI (Portal Agriculture Digital Interface). Melalui aplikasi ini petani dapat menjual produksnya secara langsung/online. Selain itu, petani dapat mengakses informasi penting, seperti cuaca (Fakultas Teknik Unej, 2017).

Kristina Lely Liana., dkk. Tiga mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, yaitu Kristina Lely Liana, Muhammad Abdan Mulia dan RR Dea Annisayanti Putri membuat sebuah aplikasi mobile yang diberi nama TANIA merupakan singkatan dari Asisten Pertanian Anda (Oktavia, 2018). TANIA dirancang untuk dapat dioperasikan di perangkat android minimum versi 4.3 (Jelly Bean).

Aplikasi dibuat dua versi, yaitu untuk petani dan agen petani. Yang dimaksud petani disini adalah pemilik lahan atau yang mengerjakan lahan pertanian. Sedangkan yang dimaksud agen tani adalah ahli pertanian. Bagi petani aplikasi TANIA memiliki beberapa fitur yang berguna untuk membantu petani mengetahui jenis tanaman yang cocok untuk ditaman, mengetahui tata cara bercocok tanam yang dapat meningkatkan produktivitas, melakukan konsultasi kepada agen tani jika ada permasalahan yang dihadapinya.

Sementara bagi agen tani, pada aplikasi TANIA terdapat fitur untuk melihat informasi pertanian terkini melalui forum tani, menjawab keluhan para petani dan melihat daftar lahan yang dibantu. Dengan adanya palikasi ini diharapkan petani dapat meningkatkan produksi pangannya dan mengurangi kemungkinan gagal panen. TANIA telah membawa Kristina dan tim menjadi juara dalam ajang Information Technology pada Pagelaran Mahasiswa Nasional Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi (GEMASTIK) 2018 di Surabaya. Dalam ajang yang diselenggarakan oleh Kemenristek Dikti, TANIA dianugerahi penghargaan Gold Medal dalam kategori Pengembangan Perangkat Lunak.

Marcellinus AS Adhiwibawa. Dalam menggeluti bidang pertanian, memper-hatikan kondisi daun dan nitrogen adalah penting guna menentukan jumlah dan jenis pupuk. Selama ini petani menggunakan uji N-Kjeldahl dan klorofil meter dengan biaya mahal dan waktu yang lama. Akibatnya petani kecil jarang menggunakannya, bahkan tidak pernah sama sekali menggunakannya untuk uji tanaman. Berangkat dari hal tersebut, Marcellinus AS Adhiwibawa seorang peneliti dari Universitas Ma Chung Malang membuat perangkat lunak yang bernama Mata Daun (Susanto, 2014). Sama halnya dengan alat uji N-Kjeldahl, aplikasi ini dapat membantu menghitung pupuk yang dibutuhkan tanaman.

Cara penggunaannya juga mudah, yaitu hanya dengan memfoto daunnya. Hanya dengan kamera gadget, aplikasi ini bisa mendeteksi warna-warna daun dan mengukur kadar klorofil serta nitrogen daun. Aplikasi ini telah

dimasukkan ke *Google Play Store*, sehingga dapat diunduh secara gratis oleh para petani. Dalam pengembangan perangkat lunak tersebut, telah juga dijajaki kerjasama dengan Pusat Peneliti Kopi dan Kakao Indonesia di Jember untuk membantu mendeteksi kebutuhan pupuk pada tanaman kopi dan kakao (Sasongko, 2014).

Kiprah petani (milineal). Era Revolusi Industri 4.0 identik dengan era digital dan piranti digital termasuk piranti telekomunikasi canggih (smartphone) identik dengan generasi milineal. Kemajuan dan pengembangan pertanian moderen ke depan di era Revolusi Industri 4.0 sangat tergantung kepada kiprah generasi saat ini yang dikenal sebagai generasi milineal. Di beberapa tempat di Jawa Timur, petani (milineal) sudah menginisiasi Revolusi Industri 4.0, diantaranya :

Akademi Petani Milineal Batu. Bertani tidak harus identik dengan orang tua, mencangkul di kebun, sawah maupun la-dang. Ditengah keengganan generasi muda terjun ke dunia pertanian, di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu berdiri sebuah Akademi Petani Milineal.

Akademi yang didirikan pada bulan Februari 2019 oleh Rakhmad Hardiyanto. Bagi petani milineal, sektor pertanian dapat dikelola dengan mudah dengan memanfaatkan kemajuan teknologi. Akademi ini tidak hanya mengajarkan ilmu-ilmu pertanian saja, namun juga dipadukan dengan kemampuan teknologi informasi sehingga membuat petani lebih berdaya.

Akademi Petani Milineal memadukan pola lama dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, sekaligus menerapkan teknologi internet of things (IoT). Akademi yang beranggotakan petani milineal dengan usia dibawah 35 tahun, menggarap sayuran dengan sistem pertanian hidroponik yang menerapkan teknologi IoT berbasis android.

Dengan metode ini petani milineal bisa mengontrol tanaman melalui android. Saat ini hampir semua anggota telah menerapkan budidaya hidroponik sayuran berbasis IoT dan memanfaatan smartphone berbasis android sebagai pengendali. Anggota yang telah mahir nantinya akan menjadi mentor bagi petani milineal yang ada di wilayah Batu, khususnya Kecamatan Bumiaji.

Smart Farming

Percontohan smart farming di Jawa Timur telahdiinisiasi di Desa Battal, Kecamatan Panji, Kabupaten Situbondo. Percontohan smart farming di Desa Battal, Kecamatan Panji, Kabupaten Situbondo dilaunching pada tanggal 24 September 2018 oleh Kementerian Desa. Smart farming di Desa Battal merupakan percontohan penggunaan drone untuk kegiatan budidaya tanaman, pemantauan pertanaman dan survai lahan/pemetaan lahan. Ada dua jenis drone yang dioperasionalkan, yaitu agri drone sprayer untuk penyemprotan pestisida dan pupuk cair, serta drone surveillance yang dioperasionalkan untuk pemetaan lahan dan pemantauan pertanaman. Penggunaan drone sebagai piranti pengelolaan tanaman, saat ini tidak hanya terbatas di Panji, tetapi sudah menyebar ke kecamatan lainnya. Penggunaan drone untuk mengimplementasikan smart farming di Kabupaten Situbondo dibawah kendali Dinas Pertanian Pangan.

Pertanian Berbasis Cyber Extention. Desa Bendo, Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro sebelum dikenal sebagai sentra produksi padi yang endemis hama wereng. Berbagai usaha dilakukan oleh perangkat setempat bersama kelompok tani untuk mengatasi permasalahan hama utama pada padi tersebut. Pada akhirnya pada tahun 2013 dirintis kerjasama antara Pemkab Bojonegoro dengan Institut Pertanian Bogor guna mengatasi permasalahan yang dihadapi petani. Kerjasama diwujudkan dalam bentuk menjadikan Desa Bendo sebagai Desa Pertanian Berbasis Cyber Extention. Melalui sistem ini petani bisa menyampaikan secara langsung problematika bertani dan akan dijawab oleh para pakar pertanian yang ada di IPB.

PENUTUP

Revolusi Industri 4.0 berpengaruh terhadap perkembangan pertanian baik di Jawa Timur. Menyadari sebagai lumbung pangan dan berkontribusi nyata terhadap pangan Nasional, Pemerintah Provinsi Jawa Timur di era Revolusi Industri 4.0 berkomitmen memodernisasi pertaniannya. Langkah kearah itu dituangkan dalam program kerja Pemerintah Provinsi Jawa Timur periode 2019-2023 yang dikemas dalam Nawa Bhakti Satya dan program unggulan/terobosan menuju transformasi Jawa Timur 4.0 dan mengubah wajah agrikultur Jawa Timur lebih maju dan modern.

Pemerintah Provinsi Jawa Timur menyadari bahwa kemajuan dan pengembangan pertanian moderen ke depan sangat tergantung kepada kiprah generasi/petani milineal. Oleh karena itu perlu adanya program konkret untuk meningkatkan kapasitas generasi/petani milineal untuk siap memasuki era Revolusi Industri 4.0. Dalam menumbuhkan generasi milineal di Jawa Timur bergerak di bisnis pertanian Pemerintah Provinsi telah meluncurkan program Milineal Job Center dan didukung oleh Pemkab, seperti kabupaten Banyuwangi setiap tahun melaksanakan ajang Agribusiness Startup Competition bagi generasi milineal yang berusia 17-35 tahun. Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa pemerintah provinsi maupun kabupaten telah siap mengantarkan generasi milineal termasuk petani di Jawa Timur memasuki era Revolusi Industri 4.0. Demikian juga kiprah generasi milineal melalui karyanya mencetuskan kreativitasnya berupa aplikasi pertanian, serta kiprah petani mengimplementasikan pertanian cerdas dengan mengoperasionalkan alat dan mesin pertanian canggih berbasis digital maupun internet of things mengindikasikan bahwa generasi milineal dan petani (milineal) di Jawa Timur siap memasuki era Revolusi Industri 4.0. Diyakini bahwa implementasi Revolusi Industri 4.0 disektor pertanian berdampak terhadap peningkatan hasil dan mutu serta efisiensi dan efektivitas usahatani.

DAFTAR PUSTAKA

Alfarizi, M. S., C. A. Bintang, dan S. Ayatillah. 2018. Desa exsys (drone security with audio and expert system) untuk mengusir burung dan mengidentifikasi hama atau penyakit padi guna menjaga ketahanan pangan dan pengingkatan kemandirian pangan di Indonesia. J. Applied Agricultural Science and Technology. 2(1) : 35-50.

Angel, P. 2019. Modernisasi pertanian di era Revolusi Industri 4.0 melalui wisata edukasi.https://www.kompasiana.com.

Askina, N. 2016. Teknologi modern terhadap aktivitas pertanian masyarakat perkampungan Bukkang Mata Kelurahan Paccarakang Kecamatan Biringksnsyys Kota Makasar. [Skripsi]. Makasar (ID): Fakultas Ushuluddin, Filsafat dan Politik, UIN Alauddin.

Astro, M. M., dan S. H. Purnomo. 2018. Kompetisi startup pertanian Banyuwangi sisakan 30 finalis. http://jatim.antaranews.com.

Cahyu. 2019. Banyuwangi kembali gelar kompetisi startup pertanian. https://m.liputan6.com.

Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwangi. 2018. Agribusiness Startup Competition. http://dinaspertanian.banyuwangikab.go.id.

Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur. 2018. Evaluasi kinerja pembangunan pertanian guna terwujudnya ketahanan pangan Jawa Timur 2017. Surabaya (ID): Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur.

Djamhari, S. 2009. Kajian penerapan mekanisasi pertanian di lahan rawa lebak Desa Putak Muara Enim. J. Sains dan Teknologi Indonesia. 11(3) : 157-161.

Engel, V. J. L., dan S. Suakanto. 2018. Model inferensi konteks *internet of things* pada sistem pertanian cerdas. J. Telematika. 11(2) : 49-54

Fakultas Teknik Unej. 2017. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Jember membuat aplikasi (software) dibidang pertanian. http://teknik.unej.ac.id.

Fanani, A. 2019. 2019. Bupati Banyuwangi dan Dirut BRI kolaborasi garap startup pertanian. https://m.detik.com.

Gustiana, C. 2015. Strategi pembangunan pertanian dan perekonomian pedesaan melalui kemitraan usaha berwawasan agribisnis. J. Penelitian Agrisamudra. 2(1) : 71-80.

Hakim, A. R. 2017. Pembangunan pertanian memerlukan arah baru. Agrisivilka. 1(1) : 29-36

Haris, W. A., M. Sarma, dan A. F. Falatahan. 2017. Analisis peranan subsektor tanaman pangan terhadap perekonomian Jabar. J. Regional and Rural Development Planning. 1(3) : 231-242.

Hidayat, R. 2019. Pembangunan pertanian berbasis industri 4.0. https://www.kompasiana.com.

Isbah, U., dan R. Y. Iyan. 2016. Analisa peran sektor pertanian dalam perekonomian dan kesempatan kerja di Provinsi Riau. J. Sosial Ekonomi Pembangunan. 7 (19) :45-54.

Ismail, E. H. 2019. Pertanian modern jadi masa depan Indonesia. hhttps://republika.co.id.

Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak. 2018. Profil generasi milineal Indonesia. Kerjasama Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak dengan Badan Pusat Statistik.

Krisnamurthi, B. 2016. Analisis ekonomi: Hari Pangan Sedunia dan sawit Indonesia. https://ekonomi.metrotvnews.com.

Kurniawan, A. 2008. Peranan sektor pertanian dalam penyerapan tenaga kerja di Kabupaten Temanggung. [Skripsi]. Surakarta (ID): Fakultas Pertanian, UNS.

Oktavia, H. F., N. Hanani, dan Suhartini. 2016. Peran sektor pertanian dalam pembangunan ekonomi di Provinsi Jawa Timur (Pendekatan input-output). J. Habitat. 27(3) : 72-84.

Paman, U., Khairizal, dan H. A. Wahyudi. 2017. Kebutuhan mesin pertanian dan tenaga untuk mekanisasi usahatani padi skala kecil di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. J. Dinamika Pertanian. 32(2) : 11-18.

Pemerintah Provinsi Jawa Timur. 2019. RPJMD Provinsi Jawa Timur Tahun 2019-2024.

Pranadji, T., dan P. Simatupang. 1999. Konsep modernisasi dan implikasinya terhadap penelitian dan pengembangan pertanian. FAE. 17(1) : 1-13.

Putri, M. Y. 2019. Modernisasi pertanian 4.0 berbasis empat tantangan kekinian. https://www.kompasiana.com.

Pratama, A. H. 2017. (Update) kumpulan startup dan aplikasi pertanian di Indonesia. https://id.techinasia.com.

Rifkian, B. E., P. Suharso, dan Sukidin. 2 017. Modernisasi pertanian (Studi kasus tentang peluang kerja dan pendapatan petani dalam system pertanian di Desa Dukuhdempok Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. J. Pendidikan Ekonomi. 11(1) : 39-48.

Rompas, J., D. Engka, dan K. Tolosang. 2015. Potensi sektor pertanian dan pengaruhnya terhadap penyerapan tenaga kerja di Kabupaten Minahasa Selatan. J. Berkala Ilmiah Efisiensi. 15(4) : 124-136.

Sadwina, M. D. 2019. Modernisasi pertanian : *Smart farming precision agriculture 4.0*. https ://www.kompasiana.com.

Sasongko, A. 2014. Aplikasi android ini bantu deteksi kebutuhan pupuk. https://www.republika.co.id.

Satya, V. E. 2018. Strategi Indonesia menghadapi industri 4.0. Bull. Kajian Singkat terhadap Isu Aktual dan Strategis Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI. 10(9) : 19-24.

Shofiyanti, R. 2011. Teknologi pesawat tanpa awak untuk pemetaan dan pemantauan taNaman dan lahan pertanian. Informatika Pertanian. 20(2) : 58-64.

Subandar, S. 2019. Solusi bertani dengan aplikasi buatan dosen UGM, hasil panen lebih aman. https://m.liputan.com.

Suharman, dan H. W. Murti. 2019. Kajian industri 4.0 untuk penerapannya di Indonesia. J. Manajemen Industri dan Logistik. 3(1) : 1-13.

Sumarno. 2019. Banyuwangi gelar kompetisi startup pertanian. http://m.rri.co.id/jember. post.

Susanto, D. A. 2014. Hadir aplikasi android untuk pertanian buatan anak negeri. http://m.merdeka.com.

Syahroni. 2016. Analisis peranan sektor pertanian dalam perekonomian Kabupaten Sarolalangun. E-Jurnal Perspektif Ekonomi dan Pembangunan Daerah. 5(1) : 36-44

Tanaya, I. 2019. Modernisasi pertanian di era Revolusi Industri 4.0. https://www.kompasiana.com.

Togatorop, B. 2017. Hubungan teknologi alsintan terhadap produktivitas padi sawah di Desa Sri Agung Kecamatan Batang Asam Kabupaten Tanjung Jabung Barat. [Skripsi]. Jambi (ID): Jurusan/Program Studi Agribisnis. Fakultas Pertanian, Universitas Jambi.

Widianingsih, W., A. Suryantini, dan Irham. 2016. Kontribusi sektor pertanian pada pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jabar. J. Agro Ekonomi. 26(2): 206-218.

Widyana, A. 2019. Smart farming, perwujudan modernisasi pertanian di era Revolusi Industri 4.0. https://kompasiana.com.

KESIAPAN TEKNOLOGI

Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi Geografis Mendukung Kemampuan Petani Milenial di Sulawesi Utara

Herlina Nanny Salamba, Agustinus N. Kairupan,
dan Conny N. Manoppo

Daya dukung dan ketersediaan sumber daya lahan yang potensial untuk pengembangan komoditas pertanian di Indonesia sudah semakin terbatas. Di sisi lain, pembangunan berbagai sektor telah mendorong terjadinya alih fungsi lahan pertanian yang produktif ke penggunaan non pertanian, terutama pada lahan sawah beririgasi yang lokasinya strategis yaitu, dekat dengan jalan raya dan pemukiman. Kebutuhan lahan yang semakin meningkat dan langkanya lahan pertanian yang subur dan potensial, serta adanya persaingan penggunaan lahan antara sektor pertanian dan non pertanian tersebut, memerlukan penerapan teknologi tepat guna dalam upaya mengoptimalkan penggunaan lahan secara berkelanjutan. Irawaty et al. (2017) menyatakan, teknologi yang diterapkan harus memperhatikan faktor lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan sosial.

Ritung et al. (2011) menyatakan, untuk dapat memanfaatkan sumberdaya lahan secara optimal, terarah dan efisien, diperlukan data dan informasi mengenai tanah, iklim dan sifat fisik lingkungan lainnya, serta persyaratan tumbuh tanaman, terutama tanaman yang mempunyai peluang pasar dan memiliki arti ekonomi cukup baik. Irawaty et al. (2017) menyatakan, dengan adanya pemetaan lahan, informasi mengenai lahan seperti kondisi fisik tanaman berupa tinggi tanaman dan kerapatan, dapat diperoleh dengan mudah, murah dan lebih akurat.

Teknologi tepat guna di bidang pertanian merupakan alat, cara atau metode yang digunakan dalam mengolah atau memproses input pertanian sehingga menghasilkan *output* atau hasil pertanian sehingga berdaya guna dan

berhasil guna. *Sistem Informasi Geografis* (GIS) merupakan salah satu teknologi untuk melakukan pengukuran, pemetaan, pemantauan, pembuatan model pengelolaan suatu wilayah geografis secara cepat, akurat, dan efektif, sehingga dapat mengantisipasi cepatnya perubahan yang terjadi pada suatu wilayah. Rudiyanto (2017) menyatakan, *Sistem Informasi Geografis* (GIS) diartikan sebagai sistem informasi yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya.

Perkembangan teknologi pertanian di Indonesia bertumbuh dengan sangat pesat. Perkembangan ini sejalan dengan tuntutan global yang memang memaksa Indonesia harus membuat banyak perubahan dalam bidang teknologi pertanian. Perkembangan ini meliputi proses produksi di hulu hingga pengolahan di hilir. Banyak aplikasi teknologi yang digunakan dalam industri pertanian modern di Indonesia yang bertujuan untuk mencapai hasil yang tinggi dengan biaya produksi yang rendah, serta dapat mengurangi dampak pada lingkungan.

Sulawesi Utara merupakan salah satu provinsi daerah tropis memiliki potensi pertanian yang sangat baik. Daerah ini memiliki berbagai jenis tanaman dengan sumberdaya alam yang melimpah. Sektor pertaniannya memiliki peranan strategis bagi perekonomian Sulawesi Utara. Dilihat dari struktur ketenagakerjaan di Provinsi Sulawesi Utara, BPS Sulut (2018[a,b]) mencatat, jumlah penduduk usia kerja di Sulawesi Utara tahun 2017 sebanyak 1.842,8 ribu orang. Dalam rentang waktu setahun (2017-2018), jumlah penduduk usia kerja mengalami kenaikan 1,36% dari tahun sebelumnya, yaitu 1.818,2 ribu orang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja yang besar akan menambah tenaga kerja produktif yang tersedia di Sulawesi Utara, serta persaingan dalam merebut kesempatan kerja juga akan meningkat. Dari sejumlah penduduk usia kerja ini, sebanyak 1.121,3 ribu orang merupakan angkatan kerja. Sejauh ini, sektor pertanian masih menjadi sektor yang paling banyak menyerap tenaga kerja. Pada tahun 2017, jumlah penduduk 15 tahun ke atas yang bekerja di sektor pertanian sebesar 264,7 ribu orang atau 25,43%.

Salah satu masalah bidang pertanian yang dihadapi Pemerintah Indonesia, termasuk di Sulawesi Utara, adalah para petani didominasi oleh petani berusia tua. Sangat sedikit sekali anak-anak muda yang lulus sarjana, berkeinginan menjadi petani. Minat generasi milenial untuk bekerja pada sektor pertanian mengalami penurunan setiap tahunnya. Kondisi itu merupakan sebuah fakta.

Sulit menemukan anak muda yang bekerja sebagai petani. Mengapa hal itu terjadi?. Hal ini karena adanya anggapan sektor pertanian tidak lagi dipandang bisa memberikan kesejahteraan bagi masyarakat. Petani saat ini dinilai sebagai pekerjaan yang tidak menawarkan masa depan yang cerah. Tidak mengherankan jika banyak orang tua (petani) mengharapkan anaknya tidak mengikuti jejaknya. Hal ini menjadi lampu kuning di tengah meningkatnya kebutuhan pangan dalam negeri. Regenerasi petani diperlukan bagi masa depan kedaulatan pangan.

Mengacu pada hal di atas, sudah selayaknya pemerintah melalui Kementan membuat *road map* yang mendorong agar anak-anak muda, khususnya lulusan kampus dalam negeri maupun luar negeri untuk berkompetisi masuk di sektor pertanian. Keberadaan *agriculture technology* (agtech), teknologi digital untuk pertanian cerdas, menjadi peluang bagi anak-anak milenial. Jika si ayah hanya bisa mengendalikan bajak dan sapi, si anak bisa mengendalikan traktor virtual. Jika sang bapak harus menyemprot sendiri, sang anak mengendalikan drone untuk penyemprotan. Demikian halnya dengan membaca data GIS. Data yang dikumpulkan oleh sensor harus dibaca dan ditelaah. Kualitas tanah, misalnya, penting guna menentukan tanaman pilihan. Kondisi cuaca, perlu untuk mengantisipasi gagal panen. Data-data tersebut lebih mudah dibaca oleh petani generasi milenial dibanding petani generasi X. Mengapa harus anak milenial ? Ada celah (gap) lebar antara kemampuan petani generasi X dengan generasi milenial dalam berinternet dan kemajuan agtech. Maka dari itu, generasi milenial mesti dirangsang sedemikian rupa supaya berminat menggeluti pertanian cerdas.

Melalui langkah integrasi dan adanya sentuhan teknologi, ditargetkan pertanian Indonesia yang masih tertinggal jauh bisa berkembang. Ujungnya, sektor pertanian tidak lagi diurusi golongan tua yang bekerjanya serba manual, melainkan diganti kalangan muda yang ingin serba cepat dengan hasil menggembirakan. Untuk itu, satu masalah utama yang wajib ditangani Kementan adalah menyiapkan generasi milenial agar mereka tertarik mengembangkan pertanian Indonesia. Tulisan ini merupakan suatu *review* yang menyajikan informasi tentang pemanfaatan teknologi *Geography Informations System* (GIS) dalam mendukung kemampuan petani milenial di Provinsi Sulawesi Utara.

TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Sistem informasi geografis sangat membantu dalam pertanian dengan penggunaan *global postioning system* (*GPS*). Lokasi yang telah ditentukan atau lahan yang kurang sesuai baik dari segi kesuburan tanahnya dapat diketahui dan dapat dilakukan pengelolaan sesuai dengan lahan tersebut (PTPN X, 2012). Di samping itu, dengan adanya aplikasi yang berbasis GIS dapat menentukan potensi lahan dan teknologi yang dapat dilakukan pada lahan tersebut termasuk dalam pemanfaatan irigasi, pengolahan lahan, penggunaan pupuk dan pestisida, pengembangan varietas tanaman baru, pengolahan pasca panen, serta pemasaran, penentuan jadwal tanam, varietas apa yang akan ditanam dan rekomendasi pupuk tiap musim tanam, juga sebaran hama penyakit.

Banyak inovasi teknologi pertanian yang telah dihasilkan dalam era revolusi industri 4.0, *namun ada beberapa faktor yang menjadi kendala utama sehingga teknologi tersebut belum berkembang*. Beberapa faktor penyebab belum berkembangnya revolusi industri 4.0 di Sulawesi Utara sebagaimana yang dilaporkan Rahayu (2019) dalam warta ekonomi Tahun 2019 yaitu, sebagai berikut:

Sumber Daya Manusia

Sebagian besar petani berusia lebih dari 40 tahun dan lebih dari 70% petani di Indonesia hanya berpendidikan setara SD bahkan di bawahnya. Pendidikan formal yang rendah tersebut menyebabkan pengetahuan dalam pengolahan pertanian tidak berkembang serta monoton. Petani hanya mengolah pertanian seperti biasanya tanpa menciptakan inovasi-inovasi terbaru demi peningkatan hasil pangan yang berlimpah.

Kondisi Lahan Pertanian

Tidak bisa dipungkiri bahwa penyebaran penduduk dan pembangunan di Indonesia belum sepenuhnya merata termasuk di Sulawesi Utara. Hal tersebut dibuktikan dengan masih banyaknya "Lahan Tidur" atau lahan yang belum tergarap oleh masyarakat di daerah-daerah pedalaman, sementara, lahan di suatu wilayah strategis justru menjadi rebutan dengan harga mahal. Mengingat harga tanah yang semakin melonjak tinggi, luas kepemilikan lahan pertanian para petani di Sulawesi Utara pun rata-rata kecil. Bahkan, sebagian besar petani hanya bisa menggarap lahan milik

orang lain sehingga hasilnya pun harus dibagi. Selain itu, dampak akibat konversi lahan pertanian menjadi non pertanian yang mencapai 150 - 200 ribu ha per tahun juga menyebabkan petani kekurangan lahan untuk bercocok tanam.

Teknologi Belum Sepenuhnya Diterima Masyarakat

Sistem pengalihan teknologi dari tradisional menjadi modern dalam pengelolaan pertanian belum mampu diterima secara luas oleh para petani yang masih banyak memilih menggunakan peralatan tradisional dibanding peralatan teknologi canggih. Selain karena keterbatasan biaya, keterbatasan pengetahuan juga menjadi faktor yang menghambat laju teknologi untuk merambah sektor pertanian secara luas.

Keberhasilan pelaksanaan pembangunan ketahanan pangan sangat ditentukan perencanaan yang baik. Untuk menyusun perencanaan yang baik diperlukan data dan informasi yang akurat dan tepat waktu sebagai dasar penetapan target dan tujuan yang ingin dicapai. Kesalahan data dan informasi baik yang menyangkut keakuratan dan ketepatan waktu yang digunakan sebagai input mengakibatkan perencanaan yang dibuat tidak akan berguna atau bahkan merugikan apabila perencanaan tersebut diimplementasikan.

Pemerintah saat ini telah banyak mengembangkan aplikasi GIS berbasis web. Sistem Informasi Geografis (GIS) ini menjadi salah satu sarana untuk penyampaian informasi, terutama untuk informasi-informasi yang berhubungan dengan data spasial. WebGIS merupakan aplikasi *Geographic Information System* (GIS) yang dapat diakses secara online melalui internet/web. Pada konfigurasi WebGIS ada server yang berfungsi sebagai *Map Server* yang bertugas memproses permintaan peta dari client dan kemudian mengirimkannya kembali ke client. Dalam hal ini pengguna / client tidak perlu mempunyai software GIS, hanya menggunakan internet browser seperti *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, atau *Google Chrome* untuk mengakses informasi GIS yang ada di server. GIS memiliki kemampuan untuk melakukan pengolahan data dan melakukan operasi-operasi tertentu dengan menampilkan dan menganalisa data.

Aplikasi GIS saat ini tumbuh tidak hanya secara jumlah aplikasi namun juga bertambah dari jenis keragaman applikasinya. Pengembangan aplikasi GIS kedepannya mengarah kepada aplikasi berbasis web yang dikenal dengan web GIS. Hal ini disebabkan karena pengembangan aplikasi di

lingkungan jaringan telah menunjukkan potensi yang besar dalam kaitannya dengan geo informasi. Sebagai contoh adalah, adanya peta online sebuah kota di mana pengguna dapat dengan mudah mencari lokasi yang diinginkan secara online melalui jaringan intranet/internet tanpa mengenal batas geografi penggunanya. Secara umum Sistem Informasi Geografis dikembangkan berdasarkan pada prinsip input/masukan data, manajemen, analisis dan representasi data (Fauziya, 2017).

Teknologi menjadi salah satu tulang punggung pengembangan pertanian, terlebih lagi di era revolusi 4.0 yang menuntut modernisasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) sebagai institusi riset dalam komando Kementerian Pertanian berupaya menghasilkan teknologi implementatif yang bisa mengembangkan pertanian menjadi lebih modern. "Dengan inovasi dan teknologi bisa meningkatkan produksi sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani sebagai user dari teknologi tersebut. Digitalisasi bioteknologi, serta proses yang efektif merupakan kunci utama dari revolusi 4.0 terhadap dunia pertanian. Apalagi menghadapi berbagai hambatan pembangunan pertanian seperti menyempitnya lahan, *climate change* hingga regenerasi petani. Masalah yang bertumpuk itu memang seharusnya diselesaikan satu persatu. Namun, kecepatan revolusi Industri 4.0 dalam dunia pertanian telah ada di depan mata. "Sekaligus membuat kita secepatnya harus membuat strategi mentransformasikan kekuatan yang berimplikasi besar (Sinar Tani, 2019).

Penggunaan aplikasi digital berbasis internet sebagai media untuk menyebarluaskan informasi dewasa ini dirasa efektif karena bisa menjangkau berbagai kalangan di manapun tempatnya. Pembangunan infrastruktur telekomunikasi yang dilakukan juga semakin mempermudah masyarakat desa, termasuk petani dalam memanfaatkan layanan ini (Prayoga, 2017). Saat ini GIS sudah diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti pertanian, lingkungan, manajemen sumberdaya alam, pariwisata, geologi, perencanaan dan lain sebagainya. Keunggulan GIS kenapa dipakai oleh bidang-bidang tersebut adalah kemampuannya mengintegrasikan antara data spasial dan data atribut, sehingga dalam analisisnya mampu menghasilkan informasi yang kompleks. Selain kemampuan tersebut, juga penghematan waktu akibat dari aplikasi GIS.

Aplikasi GIS dalam proses perencanaan sangat beragam bentuknya tergantung dari keperluan pemakai. Yang penting dari aplikasi GIS adalah menduga dari berbagai aktivitas yang dilakukan seperti pemantauan pencemaran, perubahan penggunaan lahan atau suatu perencanaan

pembangunan. Lingkup dan rencana kegiatan penyusunan peta zonasi komoditas untuk mendukung pengembangan pertanian dan ketahanan pangan dilakukan dengan melalui beberapa tahapan sebagai berikut: (a) evaluasi kesesuaian lahan sementara untuk komoditas pertanian, (b) survei observasi lapangan dan pengambilan sampel tanah, (c) identifikasi penggunaan lahan/vegetasi penutup (*present landuse*) berdasarkan peta penggunaan lahan yang telah tersedia atau melalui analisis citra satelit dan (d) penyusunan peta zonasi komoditas pertanian.

Meningkatnya kebutuhan dan persaingan dalam penggunaan lahan baik untuk keperluan produksi pertanian maupun keperluan lainnya membutuhkan pemikiran seksama dalam perencanaan dan pengambilan keputusan pemanfaatan yang paling optimal. Untuk dapat melakukan perencanaan secara menyeluruh, informasi faktor fisik lingkungan yang meliputi sifat dan potensi lahan melalui kegiatan evaluasi sumberdaya lahan harus tersedia (Sitorus, 1989).

Penentuan ZAE, berbasis GIS hanya menggunakan data dan informasi fisiografi tanah dan iklim. Data sosial ekonomi budidaya diintegrasikan ke dalam sistem komputer sebagai basis data yang menjadi informasi penting dalam kebijakan dan keputusan arahan pemanfaatan sumberdaya lahan (Kubelaborbir dan Yarangga, 2010). Teknologi masa kini memang telah merambah ke berbagai sektor hingga ke berbagai akses kehidupan. Namun, teknologi juga harus digunakan secara bijak dengan tetap melihat dampaknya dari berbagai sisi. Dalam pertanian misalnya, jangan sampai teknologi hanya dikuasai oleh segelintir orang atau merusak ekosistem yang ada tanpa mempedulikan keseimbangan lingkungan.

Ada beberapa aspek yang harus dikaji dalam pengembangan GIS di daerah terutama pengadaan data dasar yang menunjangnya, yaitu 1). Aspek pendanaan, 2). Teknologi dan 3). Sumberdaya manusia (SDM) yang tersedia. Dari aspek pendanaan hampir sebagian besar daerah di Indonesia memiliki sumberdaya alam yang dapat digali dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber dana untuk pembangunan daerah. Berbicara tentang sumber daya manusia (SDM) daerah dan kaitannya dengan teknologi modern bisa menjadi kendala, kesulitan dan hambatan, karena GIS merupakan barang langka di daerah di mana tenaga ahli dan terdidik untuk memahami pemanfaatan masih sangat sedikit (BPPT, 1994). Di sinilah peran pemerintah sangat diperlukan untuk memberikan edukasi yang cukup bagi para petani agar dapat memajukan

sektor pertanian di era revolusi industri 4.0 ini. Beberapa hal yang dapat dilakukan berupa penyuluhan besar-besaran dan melakukan demo penggunaan alat pertanian yang dilengkapi dengan teknologi modern.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan banyak perubahan dalam tatanan kehidupan masyarakat, termasuk di sektor pertanian. Hal ini bisa menjadi solusi dari hasil penelitian Hafsah (2009), yang menyatakan bahwa masih minimnya dan kurangnya rasa keadilan terhadap informasi yang diperoleh petani di pedesaan. Paradigma yang masih menjadikan petani sebagai kaum yang belum melek teknologi informasi juga menjadikan pemerintah kurang siap dalam memanfaatkan teknologi informasi guna kebutuhan penyuluhan di sektor pertanian. Padahal dewasa ini, para petani telah banyak yang memanfaatkan *smartphone* guna mengakses informasi yang dikehendaki (Prayoga, 2017).

Pengimplementasian teknologi informasi dan komunikasi seperti aplikasi digital di sektor pertanian merupakan salah satu mekanisme pengembangan model pemberdayaan dan penyebarluasan informasi inovasi pertanian secara terprogram, tepat waktu, dan relevan dalam mendukung proses pengambilan keputusan petani dan penyuluh serta menghemat biaya dan tenaga (Adekoya, 2007).

Sistem Informasi Geografis (GIS) adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi dalam bentuk geografi (Aronoff, 1995). GIS dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis obyek-obyek dan fenomena di mana lokasi merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. GIS membantu antara lain automatisasi proses pengumpulan data, memanipulasi data, analisis data, dan penyajian informasi untuk berbagai keperluan dalam bentuk grafis.

Keuntungan utama dari GIS adalah kemampuannya untuk memungkinkan secara mudah memperbaharui informasi dan menyajikan hasilnya dalam bentuk yang sesuai dengan yang diinginkan pengguna (Davidson, 1992). GIS terdiri dari empat komponen (Prahasta, 2001) utama yang terintegrasi menjadi satu kesatuan, yaitu: (1) perangkat keras, yang meliputi: PC Desktop, *mouse, digitizer, printer, plotter*, dan *scanner*; (2) Perangkat lunak, yang menyediakan fungsi untuk masukan, menyimpan, menganalisis dan menampilkan data dalam bentuk geografis; (3) Data dan informasi geografis, yaitu data dan

informasi yang mempunyai informasi ke ruangan dan memiliki sistem referensi tertentu; dan (4) Manajemen, yang meliputi orang-orang yang memiliki keahlian untuk setiap tahapan implementasi GIS.

Era globalisasi dan dengan semakin meningkatnya kesadaran akan kelestarian lingkungan pertanian, maka perlu penataan lahan kembali. Lahan seharusnya digunakan sesuai dengan kemampuan memilih komoditas yang paling mampu bersaing di pasar yang lebih luas. Untuk itu informasi tentang sumberdaya alam serta alternatif pemanfaatannya akan sangat bermanfaat. Informasi mengenai lahan seperti tanah dan iklim secara terpisah telah banyak dikumpulkan, tetapi masih sangat sulit bagi pengguna untuk dapat memanfaatkan berbagai informasi yang tidak tersusun dengan baik. Oleh karena itu dengan pendekatan agroekologi akan merangkum informasi bentuk wilayah, tanah dan iklim telah disusun sistem informasi sumberdaya. Untuk mengantisipasi kebutuhan data potensi sumber daya secara spasial yang makin kompleks, pemetaan tanah harus dapat dilakukan secara cepat, tetapi data yang dihasilkan tetap akurat. Program inventarisasi dan identifikasi potensi sumber daya lahan melalui pemetaan tanah dapat dilaksanakan secara efisien dengan memanfaatkan teknologi *remote sensing* (Djaenuddin, 2009).

Perekaman data sumber daya lahan dengan menggunakan alat pengindera atau sensor jarak jauh akan menghasilkan data inderaja (Lillesand dan Keifer, 1994). Alat tersebut mampu merekam data, tidak hanya keadaan permukaan lahan, relief atau topografi dan vegetasi penutup tanah, tetapi juga bagian lapisan bawahnya (*land subsurface*), dalam hal ini "tubuh" tanah dan sifat batuannya. Selain itu, setiap terjadi perubahan penggunaan lahan yang sangat dinamis akan dapat dipantau secara akurat dan *up-to-date*. Oleh karena itu, hasil analisis Terrain dari data citra *landsat* dapat mempercepat dan mempermudah pelaksanaan pemetaan tanah dan evaluasi lahan sehingga akan menghemat waktu dan biaya.

Pengembangan sensor radar optik pada satelit memberikan peluang untuk memprediksi potensi sumber daya lahan di seluruh wilayah Indonesia. Di wilayah yang derajat keawanannya tinggi, sehingga sering tertutup awan atau sulit dijangkau dan diinvestigasi di lapang, dengan citra dan teknologi remote sensing akan dapat diatasi (Koesmaryono, 2000).

Teknologi remote sensing untuk pelaksanaan pemetaan tanah dan evaluasi lahan, khususnya di wilayah kawasan Timur Indonesia sangat sesuai. Kondisi wilayahnya yang sebagian besar masih berupa hutan dan terbatasnya

infrastruktur, dengan teknologi remote sensing, kendala tersebut dapat dieliminasi. Untuk mengetahui koordinat lokasi dan tempat pengamatan di lapangan secara pasti digunakan GPS (*Global Positioning System*) (Djaenuddin, 2009).

Salah satu bentuk sistem informasi geografis adalah Sistem Informasi Sumberdaya Lahan Pertanian (SISLP), dimana data sumberdaya lahan pertanian merupakan jenis dari sub-komponen data dan informasi geografis. Seperti juga GIS umum yang berbasis web, sistem informasi sumberdaya lahan pertanian juga dapat diterapkan dalam basis web. Jadi, komponen SISLP dan cara kerjanya adalah sama dengan komponen dan cara kerja GIS yang umum kecuali obyek yang dikaji adalah data dan informasi sumberdaya lahan pertanian

PEMANFAATAN GIS DI SULAWESI UTARA

Pengelolaan pertanian yang semakin maju, terus mendorong peran serta pengembang aplikasi untuk terus berinovasi dalam hal pengembangan program dan software. Perkembangan teknologi informasi sangat membantu manusia untuk mengakses informasi lebih cepat dan lebih baik lagi, tidak terkecuali pemerintah daerah juga memanfaatkan fasilitas ini, dalam upayanya untuk meningkatkan kualitas pelayanan terhadap masyarakat. Teknologi komputer *Mapping System* yang dimanfaatkan untuk analisis SIG dan Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) berpotensi untuk menunjang pelaksanaan identifikasi potensi sumberdaya lahan.

Ada dua faktor utama yang terkait dengan masalah keberhasilan implementasi *Sistem Informasi Geografis (SIG)* yaitu, masalah teknologi dan masalah kondisi pengoperasian. Keduanya berhubungan erat dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Keberhasilan dari implementasi teknologi *SIG* diharapkan akan memberikan dampak yang positif dalam sistem pengelolaan informasi yang menyangkut masalah efisiensi dan efektivitas, komunikasi yang tepat dan terarah, serta data sebagai asset yang berharga (Briggs, 1999). Dengan memanfaatkan SIG di mana data yang disimpan tersebut berupa data digital maka informasi yang diperlukan untuk proses perencanaan dapat dilakukan secara mudah dan cepat, misalnya untuk aplikasi analisis kesesuaian fisik lahan.

Salah satu metode untuk memperoleh informasi kesesuaian lahan ini ialah, dengan memberikan skor pada setiap jenis data yang digunakan sesuai kondisi data tersebut misalnya jenis tanah, tingkat kemiringan lereng, jumlah curah hujan per tahunnya dan data lain yang ada. Umumnya proses ini dilakukan dengan menggunakan analisis tumpang tindih (*overlay*) dari seluruh data yang berupa peta-peta tematik sehingga dapat dilakukan penjumlahan skor untuk menentukan kesesuaian lahan berdasarkan kriteria yang dipakai.

Pemanfaatan teknologi remote sensing dan SIG diharapkan diperoleh informasi terkini, akurat dan cepat mengenai sumberdaya lahan pertanian, terutama mengenai variasi spasial potensi dan status pemanfaatannya. Informasi inilah yang nantinya digunakan untuk membuat pilihan-pilihan dalam pengelolaan lahan pertanian yang rasional dan berkelanjutan sehingga upaya menciptakan ketahanan pangan yang stabil dapat terwujud. Dampak yang akan terjadi dengan diterapkannya teknologi ini bagi Provinsi Sulawesi Utara diharapkan signifikan, terutama dalam perumusan strategi untuk mendukung kebijakan ketahanan pangan.

Berbagai aplikasi teknologi kini telah diperkenalkan untuk membantu usaha tani terutama mempermudah petani. Di Sulawesi Utara monitoring pertanaman padi melalui data satelit telah dilakukan oleh Badan Pusat Statistik. Beberapa metode yang telah diterapkan di Sulawesi Utara adalah sebagai berikut:

Kerangka Sampel Area (KSA)

Salah satu metode yang sudah diadopsi dan telah digunakan di Sulawesi Utara dalam mengestimasi luas panen pajele dan perhitungan produksi beras yakni, Kerangka Sampel Area (KSA). KSA didefinisikan sebagai teknik pendekatan penyampelan yang menggunakan area lahan sebagai unit enumerasi. Sistem ini berbasis teknologi sistem informasi geografi (GIS), penginderaan jauh, teknologi informasi, dan statistika yang saat ini sedang diimplementasikan di Indonesia untuk perolehan data dan informasi pertanian tanaman pangan.

Pendekatan KSA diharapkan mampu menjawab penyediaan data dan informasi yang akurat dan tepat waktu untuk mendukung perencanaan Program Ketahanan Pangan Nasional. Dengan metodologi ini juga bisa menghitung potensi produksi beras 3 bulan ke depan, sebab data luas panen padi akan terus di-update setiap bulannya. Data-data yang diperoleh dari citra

satelit, data dari pemetaan radar, kemudian dilakukan *ground check* ke lapangan, untuk mengukur luasan panen padi mulai dari persiapan lahan, fase vegetatif awal hingga panen.

Langkah-langkah penggunaannya :

- Citra satelit : Data sebaran melalui citra satelit. Titik koordinator ditentukan sebagai sampel sawah dan dilakukan ground check
- Koordinat : Teknologi KSA tidak akan bisa mengambil foto apabila bukan di titik koordinat yang telah ditentukan, anti pemalsuan dan penipuan data.
- Foto sawah : Kondisi aktual sawah di foto di titik yang sama setiap 7 hari di akhir bulan selama 3 – 4 bulan, kemudian data dimasukkan ke sistem android yang mengunci koordinat lahan sawah.
- Aplikasi KSA: Data hasil pengamatan dikirim menggunakan telepon selular berbasis android.
- Foto berjenjang : KSA digunakan untuk mengukur luasan panen padi mulai dari persiapan lahan, fase vegetatif awal hingga panen, sehingga data produksi padi bisa diperoleh akurat.
- KSA.BPS.go.id : Data-data dari seluruh titik sebaran dikumpulkan dan dianalisa, sebelum ditampilkan di laman ksa.bps.go.id.

Standing Crop

Informasi pertumbuhan padi tersebut terbagi menjadi empat fase, vegetatif 1 (umur 1-21 hari), vegetatif 2 (22-42), generatif 1 (43-70), dan generatif 2 (71-110). Misalnya V1 (vegetatif 1) itu perlu pupuk segera, di mana itu, di kecamatan mana, kita pantau. Selain itu, informasi *standing crop* tersebut juga akan membuat pemerintah daerah bisa memantau dan mempersiapkan wilayah mana saja yang memerlukan pompa atau pengairan yang lebih, di musim kemarau (Tabel 1).

Tabel 1. Luas Sawah Pada Pertanaman Padi Data Landsat-8 Edisi 77 Periode 4 – 19 Mei 2019 Provinsi Sulawesi Utara

No.	Kabupaten/ Kota	Luas sawah pada Pertanaman Padi (ha)										Luas Baku sawah (ha)
		Bera	Penggenangan	Tanam (1-15 hst)	Vegetatif 1 (16-30 hst)	Vegetatif 2 (31-40 hst)	Maks Vegetatif (41-54 hst)	Generatif 1 (55-71 hst)	Generatif 2 (72-110 hst)	Panen	Standing Crop	
1	Bitung	19	7	6	7	3	5	4	7	8	32	66
2	Bolmong	6.104	1.766	1.602	1.109	1.089	2.067	1.786	1.507	2.566	9.160	19.759
3	Bolmong Sel	255	48	62	48	42	107	172	83	168	514	989
4	Bolmong Tim	593	95	132	125	93	158	224	129	181	861	1.751
5	Bolmong Utara	13,8	4,8	219	124	89	194	197	188	964	1.016	3.760
6	Kep. Sangihe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Kep. Talaud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Kotamobagu	344	60	73	80	75	87	135	105	199	555	1.175
9	Manado	22	4	2	3	3	4	7	6	4	25	56
10	Minahasa	1.609	501	481	649	675	800	912	640	730	4.157	7.034
11	Mi. Sel	1.571	364	330	297	410	619	643	446	599	2.745	5.330
12	Min.Tara	612	111	145	120	116	251	308	180	306	1.120	2.158
13	Min. Utara	820	124	211	216	140	279	220	218	318	1.284	2.562
14	Kep. Sitaro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Tomohon	121	16	22	43	21	48	91	55	25	280	442
Jumlah		13.3888	3.534	3.285	2.821	2.756	4.624	4.699	3.564	6.068	21.749	45.082

Sumber : Pusdatin (2019).

Gambar 1. Peta sebaran fase tanaman padi sawah periode 4-19 Mei 2019 di Provinsi Sulawesi Utara

Kalender Tanam (KATAM)

Pengembangan SI Katam Terpadu pada dasarnya mengikuti konsep dasar sistem informasi. Diawali dengan pengembangan subsistem basis data, kemudian penyusunan model algoritma, dan akhirnya mengembangkan sistem informasi berbasis web sebagai sarana pencarian informasi bagi pengguna. Subsistem basis data mengemas semua jenis data yang dibutuhkan, baik dalam bentuk tabular, spasial maupun tekstual. Sumber data diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, data sekunder, maupun citra satelit seperti yang digunakan Asadov dan Ismaylov (2011) dan Peng et al. (2011). Proses input data ini sangat penting untuk menjamin adanya keterkaitan antardata. Yang *et al*. (2011) mencontohkan pengembangan sistem pengelolaan data tanah dan tanaman agar secara otomatis dapat diintegrasikan dengan aplikasi model tanaman yang lebih luas. Korelasi antar-input data sangat penting untuk memudahkan subsistem model dan pencarian (query).

Teknologi Geographic Information System (GIS) dan pemrograman komputer (computer programming) sangat memudahkan proses integrasi antara data tabular, tekstual, dan spasial. Subsistem model penting untuk menganalisis data dalam data storage internal agar dapat menjadi informasi yang bermanfaat bagi pengguna atau obyek lain di luar sistem (eksternal). Informasi tersebut berguna terutama dalam pengambilan keputusan operasional, teknis, maupun penyusunan strategi. Subsistem model memuat algoritma analisis yang menghubungkan data dalam storage (Runtunuwu et al., 2013).

Sistem Informasi Katam Terpadu bersifat dinamik karena informasinya disusun dengan mempertimbangkan hasil interpretasi prakiraan curah hujan dan prakiraan awal musim dari BMKG. Informasi yang dihasilkan pada sistem informasi ini, antara lain hasil prediksi curah hujan dan awal musim, prediksi awal musim tanam, pola tanam, luas tanam potensial, dan intensitas tanam. Istilah 'terpadu' dimunculkan karena Sistem Informasi Katam Terpadu, disamping informasi-informasi tadi, juga menampilkan informasi tentang rekomendasi dosis pupuk, rekomendasi kebutuhan pupuk, varitas padi eksisting, rekomendasi varietas padi, potensi serangan OPT, serta informasi potensi kerawanan banjir dan kekeringan.

Drone

Pesawat tak berawak atau drone juga telah digunakan oleh BPTP Sulut (tipe Phantom 4) sebagai alat bantu pemetaan berbasis lahan, namun SDM masih perlu banyak belajar lagi untuk pemetaan berbasis lahan. Penggunaan drone sebagai alat bantu pemetaan lebih efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya dibandingkan dengan citra satelit, akursai hasil juga lebih baik dari citra satelit yang hanya mengakomodasi 40 cm/pixel.

Penggunaan drone yang telah dilakukan oleh BPTP hanya sebatas melihat penggunaan lahan secara eksisting pada lahan dengan akses yang sangat terbatas dan sulit dijangkau seperti medan yang terjal.

Pertanian berkelanjutan di Provinsi Sulawesi Utara bukanlah pilihan tapi merupakan keharusan yang perlu dilakukan jika kita ingin terus dapat melakukan pembangunan. Kita telah menyaksikan pertambahan penduduk dunia yang terus meningkat begitu besarnya seperti yang terjadi di Indonesia dan menyebabkan penurunan kualitas sumber daya alam serta kerusakan lingkungan yang sangat cepat.

Konsep sistem pertanian yang berkelanjutan muncul setelah terbukti pertanian sebagai suatu sistem produksi ternyata juga merupakan sebagai penghasil polusi. Pertanian bukan hanya penyebab degradasi lahan tetapi juga penyebab degradasi lingkungan di luar daerah pertanian. Meluasnya lahan-lahan kritis dan pendangkalan perairan di daerah hilir merupakan bukti nyata bahwa pertanian yang tidak dikelola dan direncanakan secara berkelanjutan telah menurunkan kualitas sumber daya alam. Implementasi GIS sebagai salah satu teknologi yang mampu merancang suatu perencanaan pengelolaan lingkungan dengan cepat diharapkan mampu menanggulangi kendala tersebut.

Pemisahan data dari keadaan normal dengan akibat variasi iklim atau akibat pengolahan yang kurang baik dapat dilakukan dengan cepat dan mudah dengan bantuan fungsi klasifikasi dan generalisasi dalam GIS. Proses peramalan dapat juga dilakukan dengan memanfaatkan data-data yang telah ada. Pendugaan dengan beberapa asumsi tersebut akan langsung memperlihatkan hasil dalam bentuk suatu peta sehingga dapat menghasilkan kemungkinan-kemungkinan terbaik dalam pengambilan keputusan suatu perencanaan serta dengan didukung oleh alternatif-alternatif lain. Penggunaan

data dari citra satelit akan sangat mempengaruhi kecepatan perencanaan di mana dari data ini kita akan secara cepat mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu lahan (As-Syakur, 2007).

Peranan BPTP Sulut menghadapi Revolusi Pertanian 4.0

Dengan adanya perubahan jaman yang mau tidak mau kita harus hadapi, maka tantangan kita ke depan adalah harus menguasai teknologi yang semakin maju. Peranan BPTP Sulut sebagai sumber teknologi yang ada di daerah diharapkan mampu menjawab tantangan yang ada di daerah masing-masing, karena setiap wilayah mempunyai ekosistem yang berbeda. Tantangan ke depan yang harus kita hadapi adalah berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju. Pertanyaannya adalah mampukah BPTP Sulut menghadapinya?

Adanya perubahan iklim yang ekstrem juga akan berdampak pada pola tanam petani, luas tanam, dan produksi tanaman. Akibat perubahan iklim, hampir setiap tahun petani berhadapan dengan pergeseran musim terkait dengan perubahan pola curah hujan. Selain itu, perubahan iklim juga menyebabkan kondisi kering ekstrim karena El-Nino dan kondisi basah yang juga ekstrim akibat La-Nina. Kondisi ini memicu ancaman banjir, kekeringan dan serangan organisme pengganggu tanaman yang berakibat pada penurunan produksi tanaman, bahkan gagal panen.

Sosialisasi penggunaan katam terpadu sudah dilaksanakan oleh BPTP di setiap Kabupaten/Kota dan bisa didownload di telepon gengam andorid dan sangat mudah untuk pengoperasiannya, sehingga petani tidak perlu jauh-jauh lagi datang ke BPTP atau instansi terkait untuk konsultasi atau menanyakan jadwal tanam dan rekomendasi pupuk. Adanya aplikasi Katam mudah diketahui waktu tanam, rekomendasi pupuk dan penggunaan varietas. Rekomendasi bukan hanya tingkat kabupaten melainkan sampai kecamatan.

Sistem KATAM merupakan pedoman atau alat bantu yang memberikan informasi spasial dan tabular tentang prediksi musim, awal waktu tanam, pola tanam, luas tanam potensial, wilayah rawan kekeringan dan banjir, rekomendasi dosis dan kebutuhan pupuk, varietas yang sesuai (pada lahan sawah irigasi, tadah hujan dan rawa) berdasarkan prakiraan iklim.

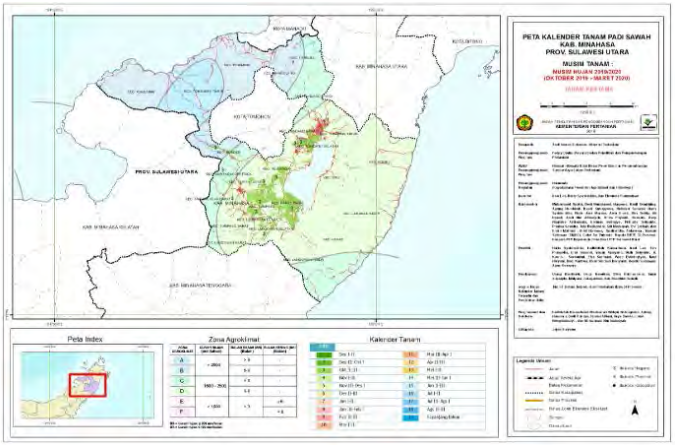
Sistem informasi kalender tanam (Katam) terpadu menjadi solusi cerdas untuk mengatasi perubahan iklim karena memiliki enam keunggulan antara lain : Pertama, bersifat dinamis, karena disusun berdasarkan prakiraan iklim

per musim. Kedua, sangat operasional, karena disusun hingga skala kecamatan. Ketiga, bersifat spesifik lokasi, karena mempertimbangkan potensi sumberdaya iklim, air dan tanah, wilayah rawan bencana (banjir, kekeringan, Organisme Pengganggu Tanaman/OPT) yang belum tentu sama antara satu kecamatan dengan kecamatan lainnya. Keempat, dapat diintegrasikan dengan merekomendasikan teknologi (pupuk, benih, PHT). Kelima, mudah diperbaharui/di up date sesuai dengan perkembangan prakiraan hujan bulanan atau musiman serta Keenam, mudah dipahami, karena disusun secara spasial dan tabular dengan uraian yang jelas. Katam memiliki fungsi untuk memberikan informasi kapan petani harus mulai menanam di lokasinya.

Diharapkan dengan memanfaatkan Katam ini, petani dapat melihat waktu terbaik dalam melakukan penanaman sekaligus mendapatkan rekomendasi penggunaan varietas dan pemupukan yang tepat. Pendekatan pengembangan kalender tanam ini disusun berdasarkan kondisi aktual di lapangan dan kondisi potensial dengan menggunakan analisis klimatologis. Kondisi aktual diketahui dari luas tanam dan intensitas penanaman, sedangkan kondisi potensial disimpulkan melalui analisis ketersediaan air berdasarkan curah hujan. Katam diharapkan akan menjadi acuan awal untuk terus meningkatkan iklim kegiatan pertanian yang seharusnya menjadi tulang punggung bangsa Indonesia yang agraris.

Permasalahan utama yang saat ini dirasakan petani adalah rendahnya akses petani terhadap berbagai informasi iklim dan kapasitas petani dalam menerjemahkan berbagai informasi yang ada. Misalnya penggunaan perangkat informasi iklim yang sudah tergolong canggih seperti sistem kalender tanam terpadu, rata-rata masih sulit dlakukan petani secara mandiri, sehingga dperlukan adanya tenaga penyuluh atau pendamping yang bisa membantu petani dalam menginterpretasikan informasi iklim yang ada. Disinilah peranan BPTP Sulut untuk mensosialisasikan kepada seluruh petugas yang disiapkan dan melibatkan pihak lain yang bersentuhan dengan sektor pertanian. Kontroling, monitoring dan evaluasi yang terus menerus akan meningkatkan kualitas katam serta aplikasinya di sektor pertanian. Sosialisasi Katam telah dilakukan di seluruh kota/kabupaten di Sulawesi Utara, sehingga para petugas dan petani bisa mendownload di smartphone masing-masing. Oleh karena itu peningkatan kapasitas maupun jumlah penyuluh yang mampu membantu petani dalam menerjemahkan berbagai informasi iklim sangat diperlukan.

Gambar 2. SI Katam untuk Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara



Gambar 3. SI Katam untuk Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara

BPTP Sulawesi Utara juga sudah menggunakan drone (Phantom 4), drone ini bisa menghemat waktu dan kerja untuk pemetaan lahan namun hanya sebatas melihat penggunaan lahan secara eksisting pada lahan dengan akses yang sangat terbatas dan sulit dijangkau seperti medan yang terjal.

Tentu, keberhasilan membangun pertanian Indonesia tidak sekedar adanya katam ini saja, tetapi masih diperlukan peran serta seluruh stakeholder dan pihak yang bersentuhan dengan bidang pertanian dari hulu sampai hilir. Kemauan untuk membuka diri dan saling memberikan komitmen bagi pembangunan pertanian menjadi kunci keberhasilan.

Gambar 4. Pengambilan foto penggunaan lahan eksisting menggunakan drone di lahan bekas tambang emas di Kab. Lolak Provinsi Sulawesi Utara

PETANI MILENIAL DAN TRANSFORMASI INOVASI

Kemajuan teknologi memampukan setiap orang dalam generasi milenial dengan mudah bersosialisasi dengan orang lain melalui internet dan gadget. Dengan mengakses internet, mereka dengan mudah membentuk komunitas-komunitas yang tidak hanya terhubung dengan orang yang berada di dalam negeri tetapi juga menjangkau setiap orang di seluruh dunia. Generasi ini tidak hanya ditandai oleh kemudahan untuk bersosialisasi dengan orang lain, tetapi juga oleh kemudahan mengetahui berita tentang situasi yang berada di belahan dunia lain. Berita yang dapat dijangkau lewat aplikasi-aplikasi internet yang tengah berkembang saat ini meningkatkan pengetahuan mereka akan situasi dunia dan membangun komunitas yang lebih luas. Kehadiran komunitas yang membongkar sekat-sekat primordial ini, pada satu sisi memperluas cakrawala mereka dan pada sisi lain membantu menciptakan ungkapan-ungkapan baru yang *trendy* dalam pergaulan sehari-hari.

Generasi millenials (Y) dan digital (Z) merupakan generasi yang sangat menguasai teknologi digital dan sangat bergantung pada perangkat teknologi (smart phone, internet, media sosial, mobile banking, e-marketing dan lain-lainnya). Secara ringkas, karakteristik milenial dan digital ini antara lain adalah: (1) mahir menggunakan teknologi informasi (tech-savvy, web-savvy and techno reliant), (2) pola pikir (*mindset*) digital dan sangat bergantung pada perangkat teknologi (*virtual assistant*), (3) bekerja cepat dan inovatif, (4) dapat

mengakses berbagai teknologi produksi, pengolahan dan pemasaran dengan cepat, (5) bekerja simultan (*multi tasking*) atau *multi screen*, (6) berkomunikasi dan berinteraksi memanfaatkan sosial (medsos) dengan semua orang, (7) memanfaatkan uang digital dan transksasi *online* atau *virtual trading*, dan lain-lainnya. Oleh karena itu, keterlibatan generasi milenial dan digital ini merupakan kunci sukses Indonesia untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk pertanian.

Revolusi industri dan kemajuan teknologi informasi berkaitan langsung dengan pergantian generasi secara drastis. Berdasarkan periode kelahiran, saat ini dikenal generasi tradisonal, *baby boomer*, X, Y, Z dan generasi alpha (*google kids*) (Liss, 2017). Karakteristik setiap generasi sangat berbeda, khususnya dalam penguasaan teknologi informasi, perilaku dan cara berpikir (*digital thinking*) (Tabel 2).

Tabel 2. Pengelompokan dan estafet generasi berdasarkan perioda kelahiran

No.	Generasi	Periode Lahir	Umur (2018)	Umur (2045)
1.	Tradisional (Silent)	1928 – 1945	73 – 90	> 100
2.	Generasi Baby Boomer	1946 – 1964	54 – 72	81 – 99
3.	Generasi X	1965 – 1980	38 – 53	65 – 80
4.	Generasi Y (Millenials)	1981 – 1995	23 – 38	50 – 64
5.	Generasi Z (Native digital)	1996 – 2010	7 – 21	35 – 49
6.	Generasi Alpha (Google Kids)	Setelah 2010	< 8	< 35

Sumber : Nuh (2017) dan Liss (2017).

Ada beberapa macam karakteristik dari generasi milenial yaitu: 1) milenial lebih percaya *user generated content* (UGC) daripada informasi searah, 2) milenial lebih memilih ponsel dibanding TV, 3) miilenial wajib punya media sosial, 4) milenial kurang suka membaca secara konvensional, 5) milenial cenderung tidak loyal namun bekerja efektif, 6) milenial cenderung melakukan transaksi secara *cashless*, 7) milenial lebih tahu teknologi dibanding orang tua mereka, 8) milenial memanfaatkan teknologi dan informasi, 9) milenial cenderung lebih malas dan konsumtif, dan lain-lain (Hidayatullah et al., 2018).

Revolusi digital dan era disrupsi teknologi adalah istilah lain dari industri 4.0. Disebut revolusi digital karena terjadinya proliferasi komputer dan otomatisasi pencatatan di semua bidang. Industri 4.0 dikatakan era disrupsi teknologi karena otomatisasi dan konektivitas di sebuah bidang akan membuat pergerakan dunia industri dan persaingan kerja menjadi tidak linear. Salah

satu karakteristik unik dari industri 4.0 adalah pengaplikasian kecerdasan buatan atau *artificial intelligence*. Salah satu bentuk pengaplikasian tersebut adalah penggunaan robot untuk menggantikan tenaga manusia sehingga lebih murah, efektif, dan efisien. Kemajuan teknologi memungkinkan terjadinya otomatisasi hampir di semua bidang. Teknologi dan pendekatan baru yang menggabungkan dunia fisik, digital, dan biologi secara fundamental akan mengubah pola hidup dan interaksi manusia (Tjandrawinata, 2016).

Telah dijelaskan sebelumnya, bahwa salah satu tantangan terbesar pembangunan pertanian di Indonesia saat ini termasuk di Sulawesi Utara jumlah generasi milenial di provinsi Sulawesi Utara sekitar 781.780 jiwa (31,84%) (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018) dan minimnya minat generasi milenial untuk bertani. Jika hal ini terus berlanjut, maka di masa mendatang Indonesia akan kekurangan petani. Hal ini akan berdampak pada ancaman kedaulatan dan ketahanan pangan.

Data dari Survei Pertanian (SP), Badan Pusat Statistik (BPS Sulut, 2018[a,b]) mengungkapkan bahwa 66% petani di Sulawesi Utara berusia lebih dari 45 tahun. Kurangnya sumber daya manusia (SDM) yang ingin bergerak di bidang pertanian akan menjadi ancaman bagi keberlangsungan kegiatan pertanian di masa mendatang. Mengapa generasi milenial enggan menjadi seorang petani? Jawabannya adalah: *Pertama*, insentif menjadi seorang petani lebih kecil dibandingkan dengan insentif apabila bekerja di sektor lain. *Kedua*, muncul stigma bahwa bekerja menjadi seorang petani tidak bisa menjadi bekal hidup yang layak. Tidak jarang orang tua yang menjadi petani berharap anaknya bekerja di sektor lain semisal perbankan, PNS, dan sektor jasa lainnya. *Ketiga*, generasi milenial adalah generasi yang lebih menyukai hal-hal yang berhubungan dengan teknologi informasi atau dunia digital.

Rendahnya minat kaum milenial dalam menggeluti bidang pertanian, tidak lepas dari pandangan masyarakat bahwa tingkat keuntungan di bidang pertanian tergolong rendah. Bahkan, hampir tidak ada keluarga petani yang berharap anaknya akan meneruskan usahanya dalam menggeluti bidang pertanian. Akibat dari pola pandang seperti ini jelas menyebabkan berkurangnya minat milenial untuk menggeluti bidang pertanian. Hal ini harus mendapat perhatian serius pemerintah dan masyarakat dan harus segera mencari solusi melalui berbagai strategi pemecahan.

Strategi yang dapat dilakukan adalah pemberian pemahaman terhadap generasi milenial akan arti penting penguasaan bidang pertanian secara modern, penguasaan teknologi pertanian, dan inovasi baru di bidang pertanian. Selain itu, kemajuan teknologi sedapat mungkin dipadukan dengan mekanisme pengolahan lahan, penanaman, perawatan, dan pemanenan serta pasca panen. Transformasi di bidang pertanian terus menerus dilakukan melalui perencanaan yang baik sehingga mampu menciptakan lapangan kerja baru di bidang pertanian. Di lain pihak, para orang tua juga harus ikut berperan aktif dalam mendukung setiap program pemerintah, sehingga dapat menjadi solusi dalam menahan laju urbanisasi dari daerah perdesaan (Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, 2018).

Munculnya beragam *start-up digital* yang memproduksi aplikasi di sektor pertanian yang fokus dalam memberdayakan petani. Aplikasi pertanian ini banyak dikembangkan oleh *start-up digital* yang merupakan perusahaan rintisan dan dibangun oleh pemuda guna memfasilitasi tingkat masyarakat dalam menyelesaikan persoalan praktis yang dihadapi. Dengan adanya aplikasi digital untuk sektor pertanian ini diharapkan dapat membantu petani secara cepat dan praktis.

Perubahan masyarakat agraris menuju masyarakat informasi juga melatarbelakangi munculnya beragam *start-up* di bidang pertanian. Kebutuhan masyarakat terutama petani akan informasi menjadikan keberadaannya menjadi mutlak harus ada dalam sendi kehidupan. Kesempatan lain dengan adanya aplikasi pertanian ini adalah bisa menjaring minat pemuda dalam bertani. Pemuda yang erat dengan kehidupan serba digital bisa dikenalkan dengan pertanian sejak dini. Keingintahuan dan antusias dari pemuda bisa dijadikan celah agar mempromosikan pertanian lebih luas lagi, mengingat mayoritas petani di Sulawesi Utara sekitar 66% petani berusia 45 tahun ke atas (BPS, 2018).

Tantangan yang dihadapi sangat besar, mengingat sumber daya petani saat ini masih didominasi petani tua (berumur 45-54 tahun) dengan tingkat pendidikan yang relatif rendah, yakni sekitar 88% dengan pendidikan dari SD hingga SMP. Regenerasi semacam inilah yang harus ada dalam dunia yang serba digital seperti saat ini. Pemuda harus diarahkan pemikirannya bahwa pertanian bisa juga dilakukan secara modern dan tidak hanya bersifat tradisional. Aplikasi pertanian bisa menunjukkan bahwa pertanian kota telah menjadi trend dalam bertani, sehingga para pemuda bisa berminat untuk

terjun dan menggeluti pertanian. Aplikasi pertanian juga bisa membantu petani yang berada di kawasan pedesaan dalam memudahkan pemasaran hasil pertaniannya serta lebih mudah dalam mendapatkan informasi.

Tantangan utama yang dihadapi petani dalam merespon pertanian 4.0 adalah peralatan pertanian analog, keterampilan menggunakan media yang ada, infrastruktur telekomunikasi di pedesaan, keamanan data pertanian, manajemen Big data, dan Integrasi data aplikasi pertanian. Tantangan ini akan menjadi peluang dengan menerapkan teknologi digitalisasi di sektor pertanian.

Era teknologi saat ini generasi milenial ditantang untuk mampu mengubah image dan paradigma bahwa pertanian mempunyai peluang yang besar dan sektor pertanian mampu menyerap tenaga kerja, sehingga dari generasi milenial akan lahirlah sebuah pemanfaatan teknologi yang akan menghubungkan teknologi dan olah lahan yang didukung oleh SDM dan SDA yang memadai. Dari latar belakang ketertinggalan minat bertani harus segera lahir dan tumbuh gerakan regenerasi petani, perekrutan petani-petani muda yang mampu bersaing secara global di era digital.

Hal ini berarti peningkatan sumber daya petani (human capital) menjadi kunci sukses. Pertanian dengan bertumpu pada pertanian konvensional (labor dan capital) akan sulit bersaing atau tidak akan mampu dengan pertanian yang berbasis teknologi dan Inovasi. Konsekuensinya, mendorong kaum generasi muda menjadi petani milenial (milenial farmer) yang mampu mengakses, memanfaatkan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing menjadi pilihan yang tepat. Secara ringkas petani milenial adalah petani yang mampu memanfaatkan teknologi dan inovasi cerdas (*smart faming* atau *digital farmimg*) dalam pengolahan lahan, penanaman, pemeliharan, monitoring, panen, pengolahan hasil (peningkatan nilai tambah) dan pemasaran produk untuk menjadikan pertanian lebih efisien, menguntungkan dan ramah lingkungan secara berkelanjutan (Tilaar, 2019).

LANGKAH-LANGKAH DAN STRATEGI KE DEPAN

Rencana Jangka Pendek

Banyak faktor yang mempengaruhi implementasi GIS dalam suatu perkerjaan. Sebelum mengimplemantasikan GIS untuk menunjang pertanian berkelanjutan, diperlukan langkah-langkah strategis ke depan (As-Syakur 2007) sebagai berikut:

Dukungan manajemen. Proyek GIS biasanya dilakukan oleh sebuah instansi atau organisasi. Dukungan dari pimpinan organisasi akan mempengaruhi kelancaran implementasi GIS di mana tanpa dukungan penuh dari pimpinan akan menyebabkan kecendrungan kegagalan dari implementasi GIS.

Keadaan data. Pada awalnya bagian pekerjaan terbesar dari GIS adalah mengkonversi data dari analog ke data digital. Pekerjaan ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit sehingga pertimbangan tentang data-data apa saja yang perlu dikonversikan merupakan hal sangat penting. Pengambilan data untuk pengadaan data dasar dalam bentuk peta digital, teknologi fotogrametri digital (*softcopy photogrammetry*) dan sistem CAD dapat mengefisiensikan waktu pemrosesan yang jauh lebih baik daripada *system fotogrametry analog* dan *analitis*.

Tenaga kerja (user). Masalah yang sering dihadapi dalam pengimplementasian GIS adalah kurangnya tenaga kerja yang menjalankan GIS tersebut. Kurangnya tenaga kerja tersebut disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dari tenaga kerja tentang GIS. Oleh karena itu pendidikan terhadap tenaga kerja sangat diperlukan dalam hal ini. Untuk jangka pendek pengadaan SDM dengan cara kedua terakhir dengan bimbingan tenaga ahli yang berpengalaman boleh dikatakan cukup efektif. Pengadaan SDM seperti dijelaskan di atas khusus untuk pemetaan digital dan GIS dapat ditempuh oleh daerah-daerah otonom dengan cara meminta bantuan atau mengadakan kerjasama dengan perguruan-perguruan tinggi yang memang memiliki tenaga ahli di bidang ini.

Biaya. Biaya merupakan faktor penentu dalam pengimplementasian GIS. Implementasi GIS membutuhkan biaya yang sangat besar, khususnya pada awal pembentukannya seperti biaya yang dibutuhkan untuk menyediakan perangkat keras dan perangkat lunak, biaya pengkonversian data dan lain sebagainya.

Rencana Jangka Panjang

Beberapa hal sebelum mengembangkan aplikasi digital ini, baik developer maupun pemerintah harus bersinergi guna kemajuan penggunaannya. Ketika sinergitas sudah terlaksana, maka perlu dilakukan analisis apakah penyiapan infrastruktur sudah dilakukan. Penyiapan infrastruktur dapat berupa keterjangkauan signal di pedesaan, kemampuan petani membeli kuota

mengingat semua aplikasi ini membutuhkan jaringan internet, dan kemampuan petani dalam mengoperasikan aplikasi serta kepemilikan gadget pendukung. Kampanye secara masif perlu dilakukan dalam memperkenalkan aplikasi-aplikasi ini, sehingga petani secara luas bisa mengetahui dan memanfaatkannya.

Agar bisa bersifat masif, kampanye bisa menggunakan televisi dan pemberitaan di media massa. Di sini penyuluh juga perlu diikutsertakan sebagai pendamping petani. Terlebih dahulu penyuluh harus melek teknologi dan menguasai aplikasi sebelum pada akhirnya mendampingi petani dalam penggunaan aplikasi. Mengingat kondisi penyuluh dan petani di Indonesia maka untuk mempermudah tujuan tersebut hendaknya pengembang aplikasi membuat aplikasi dengan konten yang sederhana dan mengikuti pola pikir petani. Di masa depan, bahkan sangat dimungkinkan jika aplikasi ini bisa menghubungkan petani dengan pemerintah secara langsung sehingga bisa tercipta ruang dialogis bagi petani untuk menyalurkan aspirasinya secara langsung.

Penelitian Wijaya (2015) mengukuhkan pendapat di atas, bahwasanya informasi pertanian memegang peranan penting dalam proses pembangunan pertanian. Tersedianya berbagai sumber informasi dapat mempercepat kemajuan usaha pertanian di pedesaan. Sejalan dengan pendapat Pardede dan Spits (2018), dengan diperolehnya data tersebut, potensi/kemampuan, kelemahan, kesempatan dan kendala (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*) dapat diperkirakan sehingga dapat disusun suatu strategi pengembangan daerah yang efektif dan efisien.

Namun, tantangannya adalah dengan Sumber Daya Manusia (SDM) pertanian saat ini, apakah hal tersebut dapat terlaksana ? Kuncinya adalah peran aktif di lembaga pemerintahan, baik pemerintah pusat, provinsi, kab/kota, bahkan pemerintahan desa harus berperan aktif dalam memeratakan pengetahuan tentang manfaat penggunaan internet dalam bidang pertanian dan jaringan internet di desa. Peran krusial sebenarnya dapat diberikan oleh pemerintah desa melalui dana desa dan Badan Usaha Milik Desa (BUMDes). BUMDes dapat menjadi jembatan penghubung langsung antara industri 4.0 bidang pertanian dengan petani (Huda, 2018).

PENUTUP

Sistem informasi sumberdaya lahan pertanian telah dikembangkan dan akan terus diperkuat untuk menjawab tantangan pengelolaan, pemrosesan, geovisualisasi, dan diseminasi data dan informasi sumberdaya lahan pertanian. Pengembangan sistem informasi ini mencakup juga pengembangan komponen sistem informasi, yaitu: database, perangkat lunak, perangkat keras, dan sumberdaya manusia.

Hal yang sangat mendasar dalam pengembangan GIS adalah ketersediaan data dasar topografis dan tematis yang terkait. Dalam sistem konvensional pengadaan kedua jenis data dasar di atas sangat memakan waktu, tenaga, dan dana. Disadari bahwa selama tujuh puluh empat tahun merdeka belum seluruh wilayah Indonesia terliput oleh peta dasar yang memadai baik topografis maupun tematis. Salah satu hambatannya adalah masalah teknis untuk menangani pemetaan dengan area yang terpencar-pencar dan begitu luasnya. Dalam sistem pemetaan modern pengadaan kedua jenis data dasar di atas dapat dilakukan dengan mempersingkat waktu pelaksanaan yang cukup signifikan. Dengan memanfaatkan teknologi GPS (*Global Positioning System*), penyebaran titik kerangka dasar nasional, dan kerangka dasar turunannya di daerah yang merupakan jaringan referensi pengadaan data dasar topografis dapat dilakukan jauh lebih cepat dibandingkan dengan sistem yang ada sebelumnya (*sistem terestris* dan *sistem doppler*).

Pembangunan daerah di masa depan pada akhirnya akan bergantung kepada daerah itu sendiri. Hal ini disebabkan adanya penerapan otonomi pemerintahan daerah, di mana setiap daerah bertanggung jawab untuk dapat mengembangkan daerahnya sesuai dengan potensi dan rencana yang dipunyai. Sejalan dengan itu, sikap para pengambil keputusan pun pada saat ini dituntut untuk lebih terbuka (transparan) sehingga masyarakat dapat mengetahui keputusan dan latar belakang dari kebijakan yang ditetapkan. Dalam pelaksanaan otonomi, daerah harus menggali dan mengembangkan secara optimal, potensi dan sumber daya yang ada pada daerahnya, demi sebesar-besarnya kemakmuran daerah tersebut. Langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan menginventarisasi keberadaan segala sumber daya yang tersedia.

Salah satu caranya ialah dengan membangun suatu pusat basis data sumber daya alam dalam media komputer yang terintegrasi dengan GIS. GIS harus tersusun dengan baik di mana semua data daerah, baik data parsial maupun

data tekstual, disimpan dan dikelola sehingga untuk memperoleh informasi dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. Seperti diketahui, RUTR (Rencana Umum Tata Ruang) baik kabupaten, kota maupun wilayah, merupakan pedoman bagi pemerintah daerah untuk menetapkan lokasi dan manfaat ruang dalam menyusun program-program dan proyek-proyek pembangunan selama jangka waktu tertentu (setahun atau lima tahun). Dalam menyusun RUTR-K/W ini diperlukan data yang menyangkut aspek fisik, sosial dan ekonomi yang berlangsung di daerah tersebut. Dengan diperolehnya data tersebut, potensi/kemampuan, kelemahan, kesempatan dan kendala (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*) dapat diperkirakan sehingga dapat disusun suatu strategi pengembangan daerah yang efektif dan efisien.

Pertanian milenial sangat dinamis dan dapat dilakukan dengan luas lahan yang sempit hingga lahan yang luas. Pertanian perkotaan (urban farming atau city agriculture) memiliki potensi dan peluang usaha yang besar bagi kaum milenials. Selain itu, perbaikan dan peningkatan kapasitas infrastruktur pertanian perlu mendapat prioritas untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing produk pertanian Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Adekoya, A.E. 2007. Cyber Extension Communication: A strategic model for Agricultural and Rural Transformation in Nigeria. International Journal of Food, Agriculture and Environment. 5(1): 366-368.

As-Syakur., AR. 2007. Implementasi GIS dalam Menunjang Pertanian Berkelanjutan.

Aronoff, S. 1995. Geografic Information System. A Management Perspective. Ottawa Canada.

Asadov, H.H., and K. Kh. Ismaylov. 2011. Information method for synthesis of optimal data subsystems deGISnated for positioning, location and remote sensing systems. Positioning. 2(1): 61-64.

Bourrogh, P.A. 1986. Principles of Geographical InformationSystem for Land Resources Assessment. New York City, NY (US): Oxford University Press.

Briggs, Ron.1999. POEC5319 Introduction to GIS, Tersedia pada: http://www.utdallas/edu/~briggs/poec 6381/.lecture.

[BPPT] Badan Penelitian dan Pengembangan Teknologi, 1994. Direktori Remote Sensing dan GIS di Indonesia. Laporan Tahunan. Jakarta (ID): Bakosurtanal, LAPAN.

[BPS Sulut] Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara. 2018[a]. Survei Pertanian Antar Sensus. Manado (ID): Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara

[BPS Sulut] Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara. 2018[b]. Sulawesi Utara dalam Angka. Tersedia pada: https://sulut.bps.go.id/publication/2018/08/16/49681613ef0cc9d89926ab02/provinsi-sulawesi-utara-dalam-angka-2018.html

Davidson, D.A. 1992. The Evaluation of Land Resources. London, England (GB): Longman Group UK.

Djaenuddin. 2009. Prospek Penelitian Potensi Sumberdaya Lahan di Wilayah Indonesia. Pengembangan Inovasi Pertanian. 2(4):243 – 257.

Fauziya, M.S. 2017. Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Padi.

Hafsah, Mohammad Jafar. 2009. Penguatan Peran PAPPI dalam Mendukung Tumbuh dan Berkembangnya Modal Sosial di Masyarakat. Makalah Simposium dan Kongres Perhimpunan Ahli Penyuluhan Pembangunan Indonesia (PAPPI). Bogor (ID).

Hidayatullah, S., A. Waris, R.C. Devianti, S.R. Sari, I.A.Wibowo, P. Made PW. 2018. Perilaku Generasi Milenial dalam Menggunakan Aplikasi Go-Food. Jurnal Management dan Keuangan. 6(2): 240-249.

Huda, N. 2018. Pentingnya Peran Pemerintah Desa. (http//:www.watyutink.com.).

Irawaty, E., Daniel, dan M. Achmad. 2017. Analisis Biofisik Tanaman Padi dengan Citra Drone (UAV) Menggunakan Software Agisoft Photoscan. Jurnal AgriTechno (Vol. 10, No. 2, Oktober 2017).

Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak. 2018. STATISTIK GENDER TEMATIK. PROFIL GENERASI MILENIAL INDONESIA. Kerjasama Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak da Badan Statistik. https://www.kemenpppa.go.id/lib/uploads/list/a68a6-buku-statistik-gender-tematik-2018-page-1-35.pdf.

Koesmaryono. 2000. Pemanfaatan teknologi inderaja dan sistem informasi geografi di bidang pertanian. Prosiding Seminar Internasional Penginderaan Jauh dalam Pengembangan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan. Jakarta (ID), 11-12 April 2000.

Kubelaborbir, H., dan K. Yarangga. 2010. Zona Agroekologi Kabupaten Keerom Provinsi Papua Berdasarkan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (GIS). Jurnal Agrikultura. 21(1):77-84.

Lillesand, T.M., and R.W. Keifer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition. Hoboken, NJ (US): John Wiley & Sons, Inc.

Liss, D. 2017. Understanding Generational Differences.#GOInnovate17. https://greaterozarkscsd.org/GOCSD-2017-Generational-Differences-Online-Copy.p.

Nuh, M. 2017. Menyiapkan Generasi Milenial Menuju Kejayaan Indonesia 2045. Makalah pada One Day Seminar on Big Data is the new fuel of Digital Economy 23 Agustus 2016. ITS. http://www.ikaitsjabar.com/arsip/1708_bigdata/2.%20Menyiapkan%20Generasi%20Milenial%20Menuju%20Kejayaan%20Indonesia%202045%20

Pardede, F.A., dan W.H.L.H. Spits. 2018. Pemanfaatan Teknologi Sistem Informasi Geografis Untuk Menunjang Pembangunan Daerah. Jakarta (ID): Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur.

Peng, D., A.R. Huete, J. Huang, F. Wang, and H. Sun. 2011. Detection and estimation of mixed paddy rice cropping patterns with MODIS data. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinform. 13(1): 13-23.

Prayoga, K. 2017. Aplikasi Digital Pertanian: Geliat Pemberdayaan Petani di Era Virtual.

PTPN X. 2012. Pertanian presisi dan sistem informasi geografis. Pemanfaatan sistem informasi geografis dalam aplikasi pemupukan tanaman tembakau. Jember (ID): Penelitian Tembakau PTPN X.

[Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2019. Atlas Sebaran Fase Pertanaman Padi Sawah di Indonesia. Satelit Landsat-8, Periode 4 – 19 Mei 2019. Jakarta (ID): Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian.

Prahasta, E. 2001. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografi. Bandung (ID): Penerbit Informatika.

Rahayu, N. 2019. Revolusi Pertanian 4.0. Pertanian Industri 4.0. https://www.wartaekonomi.co.id/read215598/begini-revolusi-industri-40-di-sektor-pertanian.html tanggal 14 Februari 2019.

Ritung, S., K. Nugroho, A. Milyani, dan E. Suryani. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Runtunuwu, E., H. Syahbuddin, F. Ramadhani, A.Pramudia, D. Setyorini, K. Sari, Y. Apriyana, E. Susanti, Haryono, P. Setyanto, I. Las, dan M. Sarwani. 2012. Sistem informasi kalender tanam terpadu: status terkini dan tantangan kedepan. J. Sumberdaya Lahan, Vol. 6 No. 2, Desember.

Rudiyanto, A. 2017. Sistem Informasi Geografis Pertanian Padi di Kabupaten Bantul, D.I.Yogyakarta. Jurnal BAPPEDA, Vol. 3 No. 1.

Schwab, K. 2017. The fourth industrial revolution. New York City, NY (US): Crown Business Press.

Sinar Tani. 2019. Inovasi dan Teknologi Balitbang Pertanian Siapkan Solusi di Era 4.0. Tersedia pada: https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/teknolingkungan/8825-Inovasi-dan-Teknologi-Balitbang-Pertanian-Siapkan-Solusi-di-Era-40.

Sitorus, S.R.P. 1989. Evaluasi Sumberdaya Lahan. Bandung (ID): Penerbit Transito, Bandung.

Sulaeman, Yiyi., S. Ropik, Saefoel Bachri, Mas Teddy Sutriadi, dan Dedi Nursyamsi. 2015. Sistem Informasi Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Status Terkini dan Arah Pengembangan ke Depan. Jurnal Sumberdaya Lahan. 9 (2): 121-140.

Tilaar, S. 2019. Percepatan Transformasi Teknologi dan Inovasi Dalam Era Smart Farming dan Petani Milenial Untuk Meningkatkan Produktivitas, Nilai Tambah Dan Daya Saing Pertanian Indonesia. Makalah pada Rangkaian Seminar/Kuliah Umum.

Tjandrawinata, R. R. 2016. Industri 4.0: Revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada bidang kesehatan dan bioteknologi. Jurnal Medicinus, Vol 29, Nomor 1, Edisi April.

Wijaya, A. Supama. 2015. Pemanfaatan Cyber Extension Sebagai Media Informasi oleh Penyuluh Pertanian Di Kabupaten Bogor. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Yang, Y., L. T. Wilson, J. Wang, and X. Li. 2011. Development of an integrated Cropland and Soil Data Management System for Cropping System Applications. Computers and Electronics in Agriculture. 76 (1):105-118.

Dukungan Inovasi Teknologi Informasi Digital dalam Pengembangan Pertanian Era Industri 4.0 di Wilayah Sulawesi Utara

Agustinus N. Kairupan, Meivie Lintang dan Yusuf

Sektor pertanian berhadapan dengan tantangan utama yaitu bagaimana meningkatkan produksi untuk mendukung pertumbuhan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani terutama dalam menghadapi pembangunan pertanian di era industri 4.0.

Informasi pertanian merupakan salah satu faktor yang penting dalam produksi dan tidak ada yang menyangkal bahwa hal tersebut dapat mendorong ke arah pembangunan yang diharapkan dan merupakan aplikasi pengetahuan yang terbaik yang akan mendorong dan menciptakan peluang untuk pembangunan dan pengurangan kemiskinan. Pemanfaatan Teknologi Informasi dapat menjadi salah satu strategi untuk mewujudkan hal tersebut.

Penetrasi teknologi Informasi (TI) dalam berbagai bidang kehidupan merupakan sesuatu yang tidak dapat dicegah. Demikian halnya dengan penerapannya di bidang pertanian. Sulawesi Utara sebagai salah satu wilayah agraris harus mampu beradaptasi dengan cara mengadopsi atau mengembangkan aplikasi berbasis TI untuk mendukung bisnis pertanian yang dijalankan sebagian besar masyarakatnya.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat telah melahirkan teknologi informasi dan proses produksi yang dikendalikan secara otomatis. Kemunculan media digital dan jaringan internet terutama teknologi informasi komputer lebih memudahkan masyarakat dalam menerima informasi lebih cepat. Semakin canggihnya teknologi digital masa kini membuat perubahan besar terhadap dunia, lahirnya berbagai macam teknologi

digital yang semakin maju telah banyak bermunculan. Berbagai kalangan telah dimudahkan dalam mengakses suatu informasi melalui banyak cara, serta dapat menikmati fasilitas dari teknologi digital dengan bebas dan terkendali.

Era digital bukan merupakan suatu opsi lagi namun sudah merupakan suatu konsekuensi. Maka tidak ada pilihan lain selain menguasai dan mengendalikan teknologi dengan baik dan benar agar memberi manfaat yang sebesar-besarnya. Pengembangan berbagai aplikasi merebak seiring diproduksinya ponsel pintar dengan *operating system (OS)* yang semakin mendekatkan diri pada kehidupan manusia yang ditujukan demi kemudahan dan kenyamanan penggunanya. Dalam mendukung kegiatan pembangunan pertanian berkelanjutan, teknologi informasi memiliki peranan yang sangat penting untuk mendukung tersedianya informasi pertanian yang relevan dan tepat waktu.

Di Provinsi Sulawesi Utara sektor pertanian merupakan sektor terbesar dengan pangsa tahunan sekitar 20% dari total perekonomian Sulut. Selain itu, sebagian besar tenaga kerja atau sekitar 3% tenaga kerja di Sulut menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian (BI Sulawesi Utara, 2018). Hal ini berarti sektor pertanian di Propinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu sector penting yang mendapatkan perhatian. Tulisan ini merupakan suatu tinjauan tentang dukungan inovasi teknologi informasi (IT) digital dalam pengembangan pertanian era industri 4.0 di wilayah Provinsi Sulawesi Utara.

KONSEP INDUSTRI 4.0 DALAM KONTEKS PERTANIAN

Sejarah revolusi industri dimulai dari industri 1.0, 2.0, 3.0, hingga industri 4.0. Industri 1.0 ditandai dengan mekanisasi produksi untuk menunjang efektifitas dan efisiensi aktivitas manusia, industri 2.0 dicirikan oleh produksi massal dan standarisasi mutu, industri 3.0 ditandai dengan penyesuaian massal dan fleksibilitas manufaktur berbasis otomasi dan robot. Industri 4.0 selanjutnya hadir menggantikan industri 3.0 yang ditandai dengan *cyber* fisik dan kolaborasi manufaktur (Hermann et al., 2015; Irianto, 2017). Industri 4.0 adalah sebuah istilah yang diciptakan pertama kali di Jerman pada tahun 2011 yang ditandai dengan revolusi digital. Industri ini merupakan suatu proses industri yang terhubung secara digital yang mencakup berbagai jenis teknologi, mulai dari *3D printing* hingga robotik yang diyakini mampu meningkatkan produktivitas. Lee et al. (2013) menjelaskan, industri 4.0 ditandai dengan peningkatan digitalisasi manufaktur yang didorong oleh empat faktor: 1) peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan

konektivitas; 2) munculnya analisis, kemampuan, dan kecerdasan bisnis; 3) terjadinya bentuk interaksi baru antara manusia dengan mesin; dan 4) perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D *printing*.

Kagermann et al. (2013), menyatakan bahwa Industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System* (CPS) dan *Internet of Things and Services* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri meliputi manufaktur dan logistik serta proses lainnya. CPS adalah teknologi untuk menggabungkan antara dunia nyata dengan dunia maya. Penggabungan ini dapat terwujud melalui integrasi antara proses fisik dan komputasi (teknologi *embedded computers* dan jaringan) secara *close loop* (Lee, 2008). Merkel (2014) berpendapat bahwa Industri 4.0 adalah transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional. Schlechtendahl et al. (2015) menekankan definisi kepada unsur kecepatan dari ketersediaan informasi, yaitu sebuah lingkungan industri di mana seluruh entitasnya selalu terhubung dan mampu berbagi informasi satu dengan yang lain. Lebih lanjut Hermann et al. (2016) berpendapat bahwa Industri 4.0 adalah istilah untuk menyebut sekumpulan teknologi dan organisasi rantai nilai berupa *smart factory*, CPS, IoT dan IoS. *Smart factory* adalah pabrik modular dengan teknologi CPS yang memonitor proses fisik produksi kemudian menampilkannya secara virtual dan melakukan desentralisasi pengambilan keputusan. Industri 4.0 merupakan sebuah pendekatan untuk mengontrol proses produksi dengan melakukan sinkronisasi waktu dengan melakukan penyatuan dan penyesuaian produksi (Kohler dan Weisz, 2016).

Lifter dan Tschiener (2013) menambahkan, prinsip dasar industri 4.0 adalah penggabungan mesin, alur kerja, dan sistem, dengan menerapkan jaringan cerdas di sepanjang rantai dan proses produksi untuk mengendalikan satu sama lain secara mandiri instruksi transfer digital ke dunia fisik, seperti robotika dan 3D *printing.* Hermann et al. (2016) menambahkan, ada empat desain prinsip industri 4.0. *Pertama*, interkoneksi yaitu kemampuan mesin, perangkat, sensor, dan orang untuk terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui *Internet of Things* (IoT) atau *Internet of People* (IoP). Prinsip ini membutuhkan kolaborasi, keamanan, dan standar. *Kedua*, transparansi informasi merupakan kemampuan sistem informasi untuk menciptakan salinan virtual dunia fisik dengan memperkaya model digital dengan data sensor termasuk analisis data dan penyediaan informasi. *Ketiga*, bantuan teknis

yang meliputi; (a) kemampuan sistem bantuan untuk mendukung manusia dengan menggabungkan dan mengevaluasi informasi secara sadar untuk membuat keputusan yang tepat dan memecahkan masalah mendesak dalam waktu singkat; (b) kemampuan sistem untuk mendukung manusia dengan melakukan berbagai tugas yang tidak menyenangkan, terlalu melelahkan, atau tidak aman; (c) meliputi bantuan visual dan fisik. *Keempat*, keputusan terdesentralisasi yang merupakan kemampuan sistem fisik maya untuk membuat keputusan sendiri dan menjalankan tugas seefektif mungkin. Selanjutnya, Zesulka et al. (2016) menambahkan, industri 4.0 digunakan pada tiga faktor yang saling terkait yaitu; 1) digitalisasi dan interaksi ekonomi dengan teknik sederhana menuju jaringan ekonomi dengan teknik kompleks; 2) digitalisasi produk dan layanan; dan 3) model pasar baru.

Revolusi Industri 4.0 yang mendasari munculnya ide Pertanian 4.0 berawal dari *Klaus Schwab* dan *World Economic Forum* yang memproklamirkan masuknya Revolusi Industri Ke- 4 yang dicirikan oleh fusi sebagai teknologi yang mengaburkan batas antar dunia fisik, digital, dan biologi (Schwab, 2017).

Perkembangan pertanian dibagi menjadi Pertanian 1.0 di awal abad ke – 20, disusul Pertanian 2.0 ketika revolusi hijau masuk pada akhir tahun 1950-an. Pertanian 3.0 dicirikan dengan pertanian presisi dan penggunaan sinyal GPS 9 global positioning system). Pertanian 4.0 muncul kemudian akibat perkembangan yang sangat cepat di teknik sensor, mikroprosesor, komunikasi, system ICT berbasis *cloud* dan Big Data.

TEKNOLOGI INFORMASI DIGITAL DAN PERTANIAN

Teknologi ke arah serba digital saat ini perkembangnnya semakin pesat, di mana pada era digital seperti ini, manusia secara umum memiliki gaya hidup baru yang tidak bisa dilepaskan dari perangkat yang serba elektronik. Teknologi menjadi alat yang mampu membantu sebagian besar kebutuhan manusia. Peran penting teknologi inilah yang membawa peradaban manusia memasuki era digital. Indrajit (2005), mengemukakan bahwa ada empat periode atau era perkembangan TI, yang dimulai dari pertama kali diketemukannya komputer hingga saat ini, yaitu era komputerisasi, era teknologi informasi, era sistem informasi, dan era globalisasi informasi.

Era digital terlahir dengan kehadiran jaringan internet khususnya teknologi informasi komputer. Media beralih ke media baru atau internet karena ada pergeseran budaya dalam sebuah penyampaian informasi. Kemampuan media

era digital ini lebih memudahkan masyarakat dalam menerima informasi lebih cepat. Semakin maju teknologi digital saat kini membuat perubahan besar terhadap dunia, lahirnya berbagai macam teknologi digital yang semakin maju. Berbagai kalangan telah dimudahkan dalam mengakses suatu informasi melalui banyak cara, serta dapat menikmati fasilitas dari teknologi digital dengan bebas dan terkendali.

Berkembangnya teknologi informasi berarti berkembang pula teknologi komunikasi. Hal ini berarti memudahkan untuk mendapatkan informasi sebanyak- banyaknya maupun memberikan informasi dengan cara yang mudah. Kemudahan-kemudahan yang didapat dari perkembangan teknologi informasi saat ini sangat berdampak bagi kemajuan berbagai sektor, termasuk sektor pertanian.

Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi di bidang internet sektor pertanian pun ikut diuntungkan, karena dengan internet sektor pertanian dapat lebih dikenal oleh masyarakat. Ada enam dampak positif yang dapat ditimbulkan oleh internet diantaranya adalah internet sebagai media komunikasi, media pertukaran data, media untuk mencari informasi atau data, kemudahan memperoleh informasi, bisa digunakan sebagai lahan informasi, Kemudahan bertransaksi dan berbisnis dalam bidang perdagangan (Rizki, 2009). Dengan pengenalan bidang pertanian melalui media-media informasi seperti internet misalnya diharapkan dapat menarik minat masyarakat pada pertanian sehingga dapat meningkatkan citra pertanian yang awalnya pertanian identik dengan kemiskinan.

Teknologi informasi ini juga dapat dijadikan sebagai ladang yang potensial untuk melakukan transaksi jual mapun beli. Hal ini sangat potensial dalam memajukan sektor pertanian khususnya dalam agribisnis. Dengan memanfaatkan teknologi informasi pengusaha pada bidang agribisnis dapat lebih mudah memasarkan dan mengenalkan produksinya sampai ke pelosok negri bahkan sampai ke luar negeri. Ini dapat mengurangi biaya promosi dibanding harus membayar iklan di media lain selain internet. Apalagi saat ini telah ditetapkannya Undang-Undang Informasi dan Transaksi Elektronik (ITE).

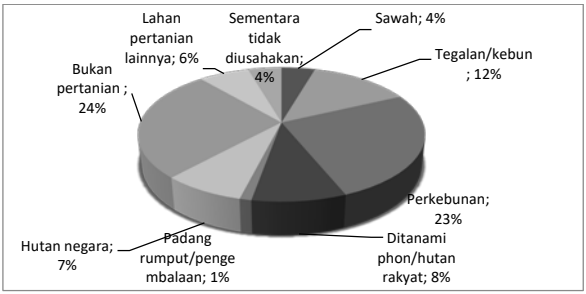
Penyebaran informasi Pertanian tentu dapat memanfaatkan internet karena saat ini sudah banyak fasilitas-fasilitas yang dapat digunakan untuk mengakses internet. Salah satunya adalah telepon seluler yang sudah sangat umum dimiliki oleh petani, bahkan sampai ke pelosok tanah air. Petani perlu

memanfaatkan dengan optimal teknologi-teknologi alternatif tersebut sehingga mereka tidak ketinggalan informasi dan dapat mengembangkan pertaniannya. Informasi yang didapatkan dapat menjadi acuan pengembangan dalam budidaya maupun pengolahan pasca panen.

Potensi sistem pertanian digital memiliki peluang besar untuk meningkatkan semangat dan kreativitas anak muda menggeluti bidang pertanian yang selama ini mulai menurun. Sistem pertanian digital dapat menjadi solusi untuk mengatasi persoalan pangan dalam negeri yang lebih tertata untuk membuat proses kebijakan. Adanya sistem pertanian digital pemerintah dapat mengontrol komoditas apa yang ditanam dan dipanen dari daerah satu ke daerah lainnya dengan harapan tidak ada perbedaan mencolok antara data dengan kondisi dilapangan. Melalui sistem ini pemerintah dapat lebih mudah mengetahui wilayah mana yang sedang surplus dan defisit pangan, sehingga lebih mudah dicarikan solusinya.

KONDISI PERTANIAN DI SULAWESI UTARA

Sulawesi Utara memiliki potensi pertanian yang sangat baik. Sektor pertanian menyerap 25% dari total tenaga kerja dan menyumbang 20% bagi PDRB Sulawesi Utara. Fakta-fakta tersebut menguatkan pertanian sebagai sektor vital bagi pembangunan Sulawesi Utara. Luas lahan di Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2015 sebesar 1,5 juta hektar. Persentase penggunaan lahan sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Penggunaan Lahan, (BPS Sulawesi Utara, 2015

Lahan pertanian bukan sawah banyak digunakan sebagai lahan perkebunan, tegal dan ladang, tersebar di Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Selatan dan Bolaang Mongondow Timur.

Lahan sawah tercatat 3,7% dari luas lahan keseluruhan. Luasan lahan tersebut dipengaruhi oleh belum optimalnya pengembangan tanaman pangan di daerah. Lahan sawah hampir seluruhnya ditanami padi baik sawah irigasi (97%) maupun sawah non irigasi. Sisanya ditanami tanaman lainnya atau bahkan tidak ditanami apapun.

Frekuensi penanaman padi sawah irigasi lebih sering ditanami dibandingkan dengan sawah non irigasi, sawah tadah hujan, sawah rawa pasang surut, dan sawah rawa lebak. Sawah irigasi yang ditanam padi dua kali setahun mencapai 67%. Sebaliknya, sawah non irigasi dan sawah tadah hujan yang ditanam padi dua kali setahun hanya 13%. Sawah non irigasi dan sawah tadah hujan sebagian besar hanya ditanami padi satu kali dalam setahun. Untuk sawah rawa pasang surut dan sawah rawa lebak seluruhnya hanya ditanami padi satu kali dalam setahun. Luasnya pun tidak signifikan di Sulawesi Utara. Lokasinya banyak ditemukan di Bolaang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan.

Komoditas tanaman pangan dan perkebunan adalah dua subsektor yang memiliki andil paling besar dalam sektor pertanian. Sampai saat ini kelapa masih menjadi komoditas tanaman perkebunan unggulan di Sulawesi Utara, ditandai dengan jumlah produksinya yang paling tinggi di antara komoditas tanaman perkebunan lainnya. Pada tahun 2017,produksi kelapa dari perkebunan rakyat di Sulawesi Utara mencapai 255 ribu ton dengan luas areal 271 ribu hektar. Sementara produksi kelapa dari perkebunan besar di Sulawesi Utara mencapai lima ribu ton dengan luas areal 9 ribu hektar. Pada bulan Juni 2018, tercatat sebanyak 63,20 persen dari total ekspor Sulawesi Utara merupakan ekspor komponen tersebut.

Besarnya potensi yang dimiliki oleh Sulawesi Utara utamanya di sektor pertanian, selayaknya pertanian di daerah ini semakin memberikan dampak positif bagi masyarakatnya. Pada bulan Juni 2018, tercatat Nilai Tukar Petani untuk wilayah Sulawesi Utara naik sebesar 0,02 persen dibandingkan bulan sebelumnya. Naiknya nilai NTP disebabkan oleh membaiknya harga komoditi yang dijual petani (BPS Sulut, 2018)

Cabai menjadi komoditas hortikultura yang penting di Sulawesi Utara. Tanaman ini ditanam hampir di seluruh kabupaten/kota. Produksi terbesar untuk tanaman sayuran dan buah-buahan semusim di Sulawesi Utara pada tahun 2017 adalah kubis dengan total produksi 705 ribu kuintal.

Produksi daging ternak tahun 2017 di Provinsi Sulawesi Utara Sebesar 38,5 Juta Kg meningkat sebesar 4,86 persendibandingkan tahun 2016. Produksi telur (telur itik, telur ayam kampong dan telur ayam ras) sebesar 13,7 Juta kg mengalami penurunan sebesar 2,59 persen dibanding tahun 2016. Penurunan terbesar disebabkan penurunan jumlah telur itik yaitu sebesar 1,75 persen.

Pembangunan ekonomi pada sektor pertanian dimaksudkan untuk meningkatkan pendapatan petani dan pemerataan pembangunan pedesaan. Untuk mencapai tujuan tersebut, pemerintah telah melakukan usaha-usaha seperti intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi, dan rehabilitasi. Namun demikian, sektor pertanian memiliki kecendrungan perkembangan yang melambat. Beberapa penyebabnya diduga karena faktor alih fungsi lahan pertanian, kurangnya sarana prasarana pertanian, akses permodalan, keterbatasan infrastruktur pengairan, pendapatan petani dan rendahnya kualitas dan kuantitas SDM petani.

Isu permasalahan pertanian di Sulawesi Utara antara lain yaitu; lahan pertanian yang terus menyempit, produktivitas lahan rendah dan mengalami levelling off, kelembagaan penyuluhan dan petani lemah, sistim agribisnis belum berfungsi dengan baik serta kebijakan mikro sering kali kurang memihak sektor pertanian (fiscal, ekspor, impor, perpajakan, industri, perdagangan).

INOVASI TEKNOLOGI INFORMASI DIGITAL DAN PERTANIAN

Peran teknologi informasi sangat dalam sektor pertanian sangat diperlukan untuk keberhasilan produktivitas usahatani yang dihasilkan. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, secara langsung kebutuhan akan sandang pangan dan papan akan semakin meningkat.

Kondisi saat ini yaitu di era informasi, di mana semua informasi apapun dapat diperoleh dengan mudah melalui media-media pendukung informasi, seperti internet, televise, media cetak dan lainnya. Hal ini dunia pertanianpun menggunakan teknologi informasi untuk mendukung kegiatan pembangunan pertanian berkelanjutan. Teknologi informasi dan komunikasi memiliki peranan penting dalam mewujudkan pertanian yang modern secara tepat waktu.

Penguasaan terhadap teknologi informasi semakin menguat, sehingga teknologi informasi merupakan hal multak yang tidak bisa ditawar lagi. Dunia pertanian pada era sekarang bergantung pada teknologi informasi. Petani membutuhkan informasi yang berkaitan dengan dunia pertanian. Informasi-informasi tersebut dapat diperoleh dengan mudahnya melalui media-media yang sudah tersebar di masyarakat. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan banyak perubahan dalam tatanan kehidupan masyarakat, termasuk di sektor pertanian.

Dalam era revolusi industri 4.0, ada dua (2) proses yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan teknologi *mobile* untuk meningkatkan kualitas sektor pertanian, yaitu proses *on farm* dan *off farm.* Dalam proses *on farm*, aplikasi digital digunakan untuk mengontrol tanaman dari jarak jauh, sehingga pengawasan terhadap tanaman dapat dilakukan kapan pun dan di mana pun. Salah satu contohnya adalah penggunaan kamera CCTV dan *drone* untuk mengawasi lahan pertanian. Untuk proses *off farm*, aplikasi digital dapat digunakan dalam proses pemasaran dan penelusuran rantai distribusi. Dengan adanya penelusuran, transparansi pada rantai produksi pertanian akan menjadi lebih baik.

Petani yang ada dipelosok desa sudah mulai memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dalam memenuhi kebutuhannya. Beragam informasi mulai dari penyediaan sarana produksi hingga pemasaran dapat dijumpai petani di dunia maya. Akibatnya muncul beragam aplikasi yang berusaha membantu petani dalam mengatasi beragam masalah yang dihadapi petani. Masalah seperti perubahan iklim, ketersediaan saprodi sampai pada pemasaran hasil pertanian yang selama ini menjadi problema petani yang sudah mulai dapat diatasi dengan adanya berbagai macam aplikasi pertanian.

Beragam *start-up* digital yang memproduksi aplikasi di sektor pertanian yang fokus dalam memberdayakan petani. Aplikasi pertanian ini banyak dikembangkan oleh *start-up* digital. Dengan adanya aplikasi digital untuk pertanian ini diharapkan dapat membantu petani secara cepat dan praktis.

Di Indonesia beragam aplikasi pertanian telah bertumbuh dan mulai diakses dengan mudah oleh petani khususnya di Provinsi Sulawesi Utara. Berbagai aplikasi teknologi kini telah diperkenalkan untuk membantu usahatani terutama mempermudah petani antara lain yaitu;

iTani

iTani adalah aplikasi perpustakaan digital persembahan Kementrian Pertanian Republik Indonesia. iTani merupakan aplikasi perpustakaan digital berbasis media sosial yang dilengkapi dengan eReader untuk membaca ebook. Dengan fitur-fitur media sosial Anda dapat terhubung dan berinteraksi dengan pengguna yang lain. Anda dapat memberikan rekomendasi buku yang sedang Anda baca, menyampaikan ulasan buku serta mendapatkan teman baru. Membaca ebook di iTani jadi lebih menyenangkan karena Anda dapat membaca ebook secara online maupun offline. *(https://play.googlr.com/store /apps/detail?id=mam.reader.itani).*

Pak Tani Digital

Pak Tani Digital hadir sebagai aplikasi *marketplace* di bidang pertanian dan pada bulan November 2018 dengan pengembang PT. Hagatekno Mediata Indonesia**.** Penggunaan aplikasi ini, di mana petani dapat melakukan cek harga hingga pembelian barang langsung dari petani ke konsumen akhir. Fitur transporter juga memudahkan untuk menemukan ekspedisi mana yang bisa kamu gunakan untuk proses pengiriman. Pak Tani Digital tersedia untuk aplikasi android dan juga web. Dengan aplikasi ini dapat mengetahui mapping harga dan komoditi. Data harga yang Pak Tani Digital miliki bukan hanya data terbaru saja, tapi juga record data hingga 2 tahun terakhir *(https://paktanidigital.com).*

LimaKilo

Aplikasi ini dibangun pada Agustus 2015 dengan pengembang PT. Limakilo Maju Bersama Petani. Umumnya petani menjual hasil panennya ke penadah atau tengkulak, melalui aplikasi LimaKilo ini petani bisa langsung menjual hasil taninya ke konsumen. Dengan aplikasi ini, bukan hanya rantai pasok jadi lebih pendek dan lebih cepat, petani juga bisa mendapatkan penghasilan yang lebih tinggi dari penjualan langsung ini. Selain bisa melakukan pemesanan hasil tani melalui aplikasi android, LimaKilo juga bisa kamu akses via *website limakilo.id (https://limakilo.id/)*

Pantau Harga

Aplikasi yang dibesut oleh Code4Nation ini bertujuan untuk membantu konsumen memantau harga komoditas pangan di lingkungan sekitar mereka, dan membeli produk tersebut dengan kualitas yang baik serta harga yang kompetitif.

Ada konsumen tentu ada penjual. Pada aplikasi ini, petani, nelayan, dan peternak juga bisa menjual produk mereka dengan harga yang lebih tinggi dibanding ketika mereka menjualnya kepada tengkulak. Di dalam aplikasi ini terdaftar peta harga, di mana pengguna dapat melihat secara virtual lokasi yang menjual komoditas pangan yang sudah dipilih sebelumnya. Fitur ini juga sudah terintegrasi dengan Google Maps, jadi bisa memudahkan konsumen mengetahui lokasi penjual atau penyedia komoditas pangan yang ingin mereka beli *(https://mediatani.co)*

Rice Doctor

Aplikasi ini dirancang oleh *Internasional Rice Research Institute (IRRI)* yang berpusat di Los Banos Filipina. Aplikasi ini tersedia *gratis di Playstore*, bisa digunakan secara offline. Aplikasi ini terdapat hampir 100 permasalahan yang teradapat pada tanaman padi yang terjadi di lapangan seperti efisiensi/kekurangan unsur hara makro dan mikro, hama hingga penyakit. Aplikasi ini nantinya akan memberikan jawaban dengan permasalahan yang terjadi. *(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lucidcentral.Mobile.ricedoctor)*

Katam (kelender tanam)

Program Aplikasi Kementerian Pertanian sejak tahun 2007 menyusun atlas kalender tanam tanaman padi sebagai panduan waktu tanam bagi penyuluh dan petani setiap kecamatan seluruh Indonesia. Kalender Tanam Terpadu adalah pedoman atau alat bantu yang memberikan informasi spasial dan tabular tentang prediksi musim, awal tanam, pola tanam, luas tanam potensial, wilayah rawan banjir dan kekeringan, potensi serangan OPT, serta rekomendasi dosis dan kebutuhan pupuk, varietas yang sesuai (pada lahan sawah), dan data alsin berdasarkan prediksi variabilitas dan perubahan iklim *(https://play.google.com /store/apps/detail?id=com.litbang.katamterpadu*).

Takesi

Rendahnya pengetahuan dan pemahaman peternak terkait dengan permasalahan kesehatan hewan dan gangguan reproduksi. Berpotensi mengakibatkan kematian ternak akibat terlambatnya atau kurang tepatnya peternak dalam memberikan informasi kesehatan ternaknya kepada petugas medis. Disamping itu, kondisi tersebut juga berpotensi menyebabkan produktivitas ternak tidak optimal yang ditandai dengan angka kelahiran pedet dibawah rata-rata dan pertambahan bobot badan harian yang relatif rendah. Balai Besar Penelitian Veteriner (BBLitvet) memiliki kegiatan untuk mengembangkan sistem informasi kesehatan hewan berbasis android, terutama tentang penyakit dan gangguan reproduksi sapi, sehingga diharapkan peternak lebih mudah mengenali kelainan yang terjadi pada ternaknya *(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healthminister.app).*

YARA CheckIT

Yara CheckIT adalah aplikasi ponsel pintar pertanian yang memberi petani perpustakaan fotografi hasil panen untuk memungkinkan identifikasi sederhana dan cepat dari kemungkinan kekurangan nutrisi. Setelah penyebab defisiensi diketahui, aplikasi memberikan informasi lebih lanjut tentang bagaimana defisiensi mempengaruhi tanaman itu, jenis tanah apa yang rentan terhadap jenis defisiensi ini dan faktor apa yang akan membuat defisiensi semakin buruk. *CheckIT* memberikan rekomendasi pupuk untuk mengobati kekurangan yang teridentifikasi, serta produk-produk alternatif yang memungkinkan perawatan,pencegahan untuk musim tanam berikutnya. *(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.yara.checkit).*

Mata Daun

Aplikasi ini diciptakan oleh anak bangsa dengan pengembang Universitas Ma Chung Malang Jawa Timur tahun 2014. Aplikasi ini dirancang untuk bisa memudahkan para petani dalam menghitung jumlah pupuk yang dibutuhkan untuk masing-masing jenis tanaman dengan praktis dan mudah. *Cara kerja aplikasi* ini hanya dengan memfoto daun tanaman yang akan dihitung jumlah pupuknya. Lalu akan muncul hasilnya dilayar ponsel. aplikasi ini sudah melewati masa pengujian dan hasilnya 80% akurat (https://apkpure.com /id/mata-daun/org.mrcpp.matadaun).

CI-Agriculture

CI-*Agriculture* merupaan solusi manajemen lahan pertanian yang berbasis analiasi cuaca, sensor tanhah, citra satelit serta penggunaan dronen. Layanan yang dapat diberikan yaitu rekomendasi teantang saat yang tepat untu menanam benih, waktu terbaik untuk pemberian pupuk serta saat paling tepat untuk menambakan obat *(https://teknologi.id/tekno/ci-agriculture-menjadi-solusi-petani-di-era-iot-dan-big-data/).*

Habibi Garden

Merupakan startup *internet of thing (IoT)* dengan pengembang PT. Digital Habibi Garden yang biasa memberikan data real-time tentang kondisi tanah di sebuah lahan pertanian dan perkebunan. dapat memantau kondisi tanaman di mana saja kapan saja langsung dari smartphone. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan mengurangi kemungkinan kegagalan panen *(www.habibigarden.com).*

Karsa

Karsa adalah aplikasi multi guna yang memberikan informasi agrikultural kepada mereka yang memerlukannya, pada saat yang tepat. Dengan meningkatnya penggunaan telephone genggam dan bandwith cepat di pedesaan Indonesia, Karsa menciptakan aplikasi yang akan melengkapi cara kerja para petani, penyuluh, pedagang, pemilik produk dan memberikan informasi yang tepat kepada mereka. Tujuan utama dari karsa adalah meningkatkan pertumbuhan informasi *(http://ingkarsa.com).*

myAgri

MyAgri adalah sistim informasi teknologi budidaya tanaman sayuran berbasis mobile yang disusun dan dikembang oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA) Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian. Lewat aplikasi ini, dapat mempelajari tentang cara menghitung jumlah pupuk yang sesuai, bagaimana cara mengenali hama, hingga informasi tentang mesin pertanian *(http://myagrimobileapp.myagriculture.my.id/).*

iGrow

iGrow menawarkan setiap petani untuk bias menjadi investor pertanian lewat 1.200 hektar lahan dimiliki. Petani yang tidak memiliki lahan bias menjadi investor dan memantau kegiatan pertanian melalui aplikasi ini. IGrow memungkinkan peggunaannya untuk bercocok tanam secara digital. Dengan aplikasi ini juga dapat mengetahui harga benih, ketersediaan, lokasi jual, return dan waktu panen. Investor dapat melakukan investasi mulai dari Rp 1.500.000 hingga Rp 15.000.000. Keuntungan bagi hasil antara 13-15% dari hasil pertahun dengan sistim pembagian keuntungan adalah 50% untuk pemodal, 40% untuk petani dan 10% untuk iGrow. Aplikasi ini dikembangkan oleh PT iGrow Resources Indonesia (https://igrow.asia/)

TaniHub

Melalui TaniHub, para petani lokal dapat menjual hasil panen mereka kepada para individu maupun Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di berbagai wilayah. Kami bukan hanya sebuah platform e-commerce terkemuka untuk produk pertanian namun juga katalis untuk masa depan Agri-tech *(https://tanihub.com/).*

Eragano

Aplikasi yang dikembangkan oleh perusahaan PT. Eragano Agritech Indonesia. Eragano mengembangkan solusi dari hulu ke hilir untuk petani rumah tangga berbasis teknologi. Kami meningkatkan produktifitas dan profitabilitas petani dengan solusi fleksibel dari akses kebutuhan bertani sampai penjualan hasil panen dilengkapi dengan pendampingan budidaya secara digital, asuransi pertanian dan akses permodalan. Visi kami adalah merevolusi metode pertanian menjadi lebih berkelanjutan yang dapat meningkatkan kemakmuran petani dan kesehatan konsumen *(https://www.qerja.com /company/view/eragano-agritech-indonesia-pt-1).*

Teknologi Informasi yang perkembangannya kini tak dapat lagi terbendung, akan banyak memberikan manfaat bagi perusahaan, perorangan maupun isntritusi yang mampu memanfaatkannya. Penggunaan Sistem informasi yang juga telah memasuki seluruh bidang yang dimanfaatkan.dengan tepat dapat meningkatkan performansi, seperti produktivitas, efisiensi pada hampir di setiap aktivitas kegiatannya. Perkembangan sistem informasi telah mengarah kepada keakuratan

penggunaannya serta aplikasi *realtime*, dimana hal tersebut menjadi bagian persyaratan utama dalam aplikasi suatu sistem informasi dan menjadi andalan utama para penggunanya.

Smart farming (SF), berdasarkan penggabungan teknologi informasi dan komunikasi ke dalam mesin, peralatan, dan sensor dalam sistem produksi pertanian, memungkinkan volume besar data dan informasi yang dihasilkan denganpenyisipan otomatisasi progresif ke dalam proses. Pertanian cerdas bergantung pada transmisi data dan konsentrasi data dalam sistem penyimpanan jarak jauh untuk memungkinkan kombinasi dan analisis berbagai data pertanian untuk pengambilan keputusan.

Perkembangan yang cepat di *internet of things (IoT)* dan *cloud computing* mendorong fenomena yang disebut pertanian pintar. Saat ini perkembangan aplikasi perangkat bergerak dengan sistem operasi *Android* telah banyak mengalami kemajuan. Masyarakat sudah tidak merasa asing dalam mengoperasikan dan mengakses aplikasi yang diunduh dari *Playstore*. Demikian pula halnya dengan perkembangan media social.

Hal ini menunjukkan bahwa budaya berkomunikasi di masyarakat telah bergeser dari cara tradisional menuju cara modern. Meskipun belum terlihat karakteristik profesi pengguna media sosial tersebut, dapat dipastikan petani merupakan bagian dari pengguna Facebook, Twitter, dan *blogger.* Dengan kata lain, petani merupakan bagian dari pengguna *internet mobile*. Ketika berinteraksi melalui media sosial, petani bias berjumpa dengan sesama petani untukbertukar pikiran serta berinteraksi dengan konsumen untuk mempromosikan hasil danproduk pertaniannya.

Singh dan Yuvaraj (2012), mengatakan bahwa media sosial dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian. Pertanian merupakan industri beragam yang bersifat dinamis karena ditentukan oleh parameter wilayah yang berbeda dan spesifik.

TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN

Revolusi industri 4.0 merupakan revolusi industri yang dapat dikatakan berbeda dengan revolusi industri sebelumnya. Revolusi industri ini memiliki skala, ruang lingkup dan kompleksitas yang lebih luas. Kemajuan teknologi baru yang mengintegrasikan dunia fisik, digital dan biologis telah mempengaruhi semua disiplin ilmu. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat pada awal abad 20 telah melahirkan teknologi

informasi dan proses produksi yang dikendalikan secara otomatis. Dampaknya, biaya produksi menjadi semakin murah seiring teknologi informasi yang terus bergerak maju.

Revolusi industri mengalami puncaknya saat ini dengan lahirnya teknologi digital yang berdampak masif terhadap hidup manusia di seluruh dunia. Revolusi industri terkini mendorong sistem otomatisasi di dalam semua proses aktivitas. Aplikasi media sosial, bioteknologi dan nanoteknologi semakin menegaskan bahwa dunia dan kehidupan manusia telah berubah secara fundamental.

Perkembangan teknologi informasi dengan pesat saat ini terjadi otomotisasi yang terjadi diseluruh bidang, teknologi dan pendekatan baru yang menggabungkan secara nyata, digital dan secara fundamental (Tjandrawinata, 2016). Beberapa tantangan yang dihadapi pada era industri 4.0 yaitu masalah keamanan teknologi informasi, keandalan stabilitas mesin produksi, kurangnya keterampilan yang memadai,ketidakmampuan untuk berubah oleh pemangku kepentingan, dan hilangnya banyak pekerjaan karena berubah menjadi otomatisasi.

Dengan hilangnya banyak pekerjaan karena berubah menjadi otomotisasi, sehingga pengangguran menjadi ancaman yang akan terjadi. Industri 4.0 sebagai fase revolusi teknologi mengubah cara beraktivitas manusia dalam skala, ruang lingkup, kompleksitas, dan transformasi dari pengalaman hidup sebelumnya. Manusia bahkan akan hidup dalam ketidakpastian (uncertainty) global, oleh karena itu manusia harus memiliki kemampuan untuk memprediksi masa depan yang berubah sangat cepat. Tiap negara harus merespon perubahan tersebut secara terintegrasi dan komprehensif.

Irianto (2017) menyederhanakan tantangan industri 4.0 yaitu; (1) kesiapan industri; (2) tenaga kerja terpercaya; (3) kemudahan pengaturan sosial budaya; dan (4) diversifikasi dan penciptaan lapangan kerja dan peluang industri 4.0 yaitu; (1) inovasi ekosistem; (2) basis industri yang kompetitif; (3) investasi pada teknologi; dan (4) integrasi Usaha Kecil Menengah (UKM) dan kewirausahaan.

Pemetaan tantangan dan peluang industri 4.0 untuk mencegah berbagai dampak dalam kehidupan masyarakat, salah satunya adalah permasalahan pengangguran. *Work Employment and Social Outlook Trend* 2017 memprediksi jumlah orang yang menganggur secara global pada 2018 diperkirakan

mencapai angka 204 juta jiwa dengan kenaikan tambahan 2,7 juta. Permasalahan pengangguran dan daya saing sumber daya manusia menjadi tantangan yang nyata bagi Indonesia. Tantangan yang dihadapi Indonesia juga ditambah oleh tuntutan perusahaan dan industri.

Tantangan itu harus dihadapi sesuai pola kerja baru yang tercipta dalam revolusi 4.0. Satu faktor yang penting adalah ketrampilan dan kompetensi yang harus tetap secara konsisten ditingkatkan, Revolusi industri 4.0 merupakan integrasi pemanfaatan internet dengan lini produksi di dunia industri. Perubahan pun terjadi dalam dunia industri dewasa ini yang ditandai berubahnya iklim bisnis dan industri yang semakin kompetitif karena perkembangan teknologi informasi, bahkan kadang perkembangan saat ini sudah tidak linear lagi dengan apa yang terjadi dalam satu decade terakhir.

Semangat awal dari kemajuan teknologi adalah untuk mempermudah kehidupan manusia. Sejak penemuan mesin dan dimulainya era otomatisasi telah membuat produksi semakin berlipat dan memangkas waktu serta biaya yang dikeluarkan. Namun demikian, pada akhirnya segala kemudahan ini berdampak besar manusia, karena membuat penggunaan tenaga manusia berkurang secara signifikan. Akibatnya, terjadi peningkatan jumlah pengangguran. Tepat pada titik inilah, maka perlu adanya sebuah paradigma pembangunan yang tidak saja meningkatakan kemampuan manusia di bidang teknologi saja, namun juga perlu meningkatkan mentalitas manusianya sendiri.

Revolusi industri 4.0 membuka peluang yang luas bagi masyarakat tani khususnya yang ada di Provinsi Sulawesi Utara. Informasi yang sangat melimpah menyediakan manfaat yang besar untuk pengembangan ilmu pengetahuan maupun perekonomian. Masyarakat di era revolusi industri 4.0 memiliki ketergantungan yang sangat besar dalam menggunakan teknologi informasi. Fakta yang menunjukkan bahwa masyarakat zaman sekarang memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi pada perangkat ponsel pintarnya.

BPS, (2014) mencatat angka pertumbuhan pengguna internet di kawasan timur mencapai tingkat tertinggi dibanding kawasan lain di Indonesia. Untuk antar provinsi kalangan industri, Sulawesi Utara berada pada peringkat tertinggi yang menggunakan computer dan internet dalam aktifitas bisnis. Penetrasi penggunaan internet di Provinsi Sulawesi Utara, mencapai 70% penduduk yang menggunakan internet. (https://manado.tribunnews.com /2014/01/20)/bps-sulawesi-utara-tertinggi-dalam,-penggunaan-internet-di-indonesia.

Peluang baru di era industri 4.0, salah satu diantaranya adalah peluang berbisnis era digital. Di mana, daya jangkau teknologi informasi tidak hanya berskala lokal tetapi hingga skala global. Melalui internet, akses informasi dapat dijangkau hingga ke berbagai penjuru dunia. Peluang lain diantaranya adalah saat setiap orang memiliki akses yang tinggi untuk terlibat aktif untuk memberikan dan membagikan opini kepada pihak lain melalui media sosial online. Situasi ini membuka peluang untuk membentuk opini positif tentang berbagai hal kepada pihak lain. Diantaranya adalah teknologi media social dapat dimanfaatkan untuk membentuk komunitas atau grup keluarga di dunia virtual. Walaupun secara geografis berjauhan tetapi didekatkan dengan media sosial.

Sulawesi Utara merupakan salah satu Provinsi yang ada di wilayah timur Indonesia,berdasarkan angka proyeksi penduduk tahun 2017, tercatat jumlah penduduk Sulawesi Utara sebanyak 2.461,0 ribu jiwa yang terdiri dari 1.255,7 ribu jiwa (51,02%) penduduk laki-laki dan 1.250,4 ribu jiwa penduduk perempuan (48,98%), dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk 2010-2017 sebesar 1,11 persen pertahun (BPS Sulut, 2018).

Revolusi industri dan kemajuan teknologi informasi berkaitan langsung dengan pergantian generasi. Jumlah penduduk Sulawesi Utara bila dilihat menurut kelompok umur, tahun 2017 tertingggi pada kelompok umur 5-9 yakni mencapai 208,1 ribu jiwa atau 8,46 persen. Menurut (Nuh, 2017). Dalam pengelompokan dan estafet generasi termasuk dalam Generasi Z (Native digital).

Generasi millenials digital (Z) merupakan generasi yang akan menguasai teknologi digital dan sangat bergantung perangkat teknologi (smart phone, internet, media sosial, mobile banking, e-marketing dan lain-lainnya).

Untuk bisa beradaptasi dengan perubahan yang dibawa oleh revolusi industri 4.0, dibutuhkan para pekerja yang memiliki soft skill seperti diantaranya pemecahan masalah yang komplek, berpikir kritis, kreativitas, manajemen manusia, berkoordinasi dengan orang lain, kecerdasan emosional, penilaian dan pengambilan keputusan, berorientasi servis, negosiasi, dan fleksibilitas kognitif. Hal tersebut memiliki artian, soft skill menjadi salah satu faktor paling penting untuk dimiliki para pekerja di masa depan, seperti kemampuan berkomunikasi dan bekerja sama dengan orang lain, memecahkan masalah, serta aspek kecerdasan emosional lainnya. Selain keterampilan teknis,

generasi milenial ke depan bisa lebih mampu beradaptasi secara cepat terhadap perubahan dan memiliki bekal mumpuni untuk menghadapi masa depan dan pengembangan karirnya di tengah geliat revolusi industri 4.0.

PEMANFAATAN DAN LANGKAH KE DEPAN

Teknologi informasi digital di bidang pertanian dapat dimanfaatkan selama proses *on farm* dan *off farm*. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan peluang bagi petani dalam mengakses informasi tentang komoditas pertanian melalui layanan informasi tentang komoditas pertanian. Layanan informasi berbasis *mobile* diperlukan pada saat petani membutuhkan informasi pertanian yang cepat. Sehingga tidak memerlukan waktu lama untuk mengetahuinya, terutama tentang komoditas seperti harga bibit dan ketersediaan pupuk, harga komoditas di pasar, luas tanaman komoditas, prediksi masa panen dan sarana untuk mengumpulkan kelompok tani.

Dalam proses on farm aplikasi digital dapat diterapkan untuk mengontrol tanaman dari jarak jauh, sehingga proses pengawasan dapat dilakukan dengan waktu yang tidak terbatas dan mampu meningkatkan hasil panen. Sistem pertanian berbasis teknologi informasi (IT) dapat dimanfaatkan untuk mengawasi dan mengetahui kebutuhan tanaman. Sistem informasi dapat mengirimkan pesan singkat yang dikirimkan oleh aplikasi atau melihat langsung lokasi pertanian dengan kamera CCTV.

Sementara untuk proses off farm, teknologi informasi digital dapat diaplikasikan untuk proses pemasaran dan traceability (ketelusuran) dalam rantai distribusi. Adanya sistem traceability akan meningkatkan sistem transparansi pada semua mata rantai produksi pertanian dari hulu ke hilir. Kemudahan traceability menjadi tuntutan yang utama.

Di samping itu teknologi informasi (TI) digital, bagi petani dan konsumen akan sangat membantu menghindari dan meminimalisir permainan harga oleh cukong dan mafia pangan. Adanya teknologi informasi tersebut akan mempermudah distribusi dari petani hingga konsumen dengan memperpendek sistem rantai pasok pangan. Teknologi informasi (IT) digital tidak terbatas waktu dan tempat untuk mengaksesnya dan berpeluang meningkatkan keberdayaan petani. Sehingga diharapkan mampu menurunkan ketimpangan akses pangan, mempercepat pemenuhan kebutuhan pangan dari satu daerah ke daerah lainnya dan berkontribusi nyata terhadap pembangunan perekonomian di Sulawesi Utara. Ramadhianto et al. (2011), mengemukakan

bahwa teknologi informasi (IT) digital dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan bidang pertanian maupun memberdayakan masyarakat terutama para petani di perdesaan. Pemanfaatan untuk masyarakat perdesaan salah satunya adalah sebagai media pembelajaran, misalnya dalam membangun akses informasi atau multimedia untuk masyarakat perdesaan.

Pengembangan sistem manajemen pengetahuan (*knowledge management*) juga dapat menyediakan akses dan saling berbagi (*sharing*) informasi dan pengetahuan yang dimiliki petani maupun kelompok tani. Nasution et al. (2011), menyatakan bahwa sistem knowledge management dapat diterapkan melalui penggunaan blog sebagai media transfer tacit knowledge ke explicit knowledge (atau sebaliknya) di bidang pertanian Selain itu, terdapat penelitian yang menawarkan konsep pemanfaatan teknologi terkini seperti cloud computing dalam bidang pertanian (Pinardi, 2011). Dukungan dalam mengelola pengetahuan dapat mengakselerasi peningkatan kualitas SDM, karena informasi dan pengetahuan merupakan aset penting yang sangat dibutuhkan dalam pengembangan SDM sebagai manusia pembelajar (Sutiarso et al., 2011).

Pemanfaatan teknologi informasi (IT) di bidang pertanian dapat dilakukan melalui media sosial seperti facebook dan twitter. Media sosial tersebut dapat mendukung konsep e-agribusiness atau e-business di bidang pertanian pada kelembagaan petani dalam meningkatkan jaringan maupun dalam pengembangan pasar terkait kegiatan on farm yang dilakukan. Kegiatan networking maupun marketing dapat dilakukan dalam bentuk community-based sebagai kegiatan interaksi dalam mengembangkan dan memberdayakan fungsi kelembagaan petani (Widadie, 2011). Melalui teknologi informasi dan komunikasi dapat dikembangkan sinergitas antara konsep-konsep pemasaran modern, jejaring sosial dan media online sebagai wadah kolaborasi dalam meningkatkan kualitas agroindustri (Purnomo dan Pujianto, 2011).

Perkembangan teknologi informasi (IT) era industri 4.0 menjadi titik balik fundamental bagi perubahan pada berbagai sektor pertanian. Pekerjaan di bidang pertanian yang umumnya dilakukan oleh manusia secara tradisional dapat tergantikan oleh adanya sistim *Internet of Things* (IOT). Para pemangku kepentingan di sektor pertanian, suka tidak suka harus mampu mempersiapkan diri dan berdaptasi dengan perubahan tersebut untuk menjawab tantangan masa depan.

Permasalahan yang mendasar adalah bagaimana dengan adanya teknologi informasi (IT) digital ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas dan masif. Peran utama pemerintah dan pemangku kepentingan yaitu mengedukasi petani untuk beralih dari sistem tradisional ke sistem yang berbasis digital. Langkah yang paling mudah dilakukan yaitu merangkul dan mendorong generasi muda untuk terlibat aktif dan terjun ke bidang pertanian di era digital. Potensi generasi muda memiliki andil besar dalam perubahan sistem pertanian di Sulawesi Utara, disebabkan oleh dua hal yaitu pertama pemuda lebih adaptif terhadap adanya perubahan dan kedua semangat yang lebih besar sehingga bisa lebih produktif.

Era sepuluh atau dua puluh tahun ke depan, nasib dunia akan berada di tangan kaum milenial. Para pemangku kepentingan di bidang pertanian di masa depan harus memiliki keahlian baru untuk beradaptasi, mengelola, dan memanfaatkan Industri 4.0. Sumber daya manusia dituntut bukan hanya pandai dalam menguasai teori namun harus mempunyai learning ability, berpikir kritis, solutif, kreatif, inovatif, dan kemampuan memecahkan masalah.

PENUTUP

Perkembangan teknologi informasi senada dan beriringan dengan pekembangan dan peradapan manusia di dunia. Berkembangannya teknologi informasi berarti berkembang pula teknologi komunikasi. Ini berarti memudahkan kita untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya maupun memberikan informasi ke seluruh dunia dengan cara yang mudah.

Kemudahan dari perkembangan teknologi informasi saat ini sangat berdampak bagi kemajuan berbagai sektor, termasuk sektor pertanianpun ikut diuntungkan, karena dengan internet sektor pertanian dapat lebih dikenal oleh masyarakat.

Pengenalan bidang pertanian melalui media-media informasi seperti internet misalnya diharapkan dapat menarik minat masyarakat pada pertanian sehingga dapat meningkatkan citra pertanian yang awalnya pertanian identik dengan kemiskinan. Menjadi sektor yang patut diperhitungkan. Informasi – informasi ini dapat berupa profil-profil pengusaha sukses pada bidang pertanian, informasi teknologi terbaru di bidang pertanian, perkembangan trend dibidang pertanian hortikultura, dan lain sebagainya. Jika masyarakat

telah mengenal dan melihat potensi yang ada pada pertanian maka diharapkan banyak pemilik modal yang menginvestasikan modal mereka pada bidang pertanian.

Teknologi informasi ini juga dapat dijadikan sebagai ladang yang potensial untuk melakukan transaksi jual mapun beli. Hal ini sangat potensial dalam memajukan sektor pertanian khususnya dalam agribisnis. Dengan memanfaatkan teknologi informasi pengusaha pada bidang agribisnis dapat lebih mudah memasarkan dan mengenalkan produk mereka sampai ke pelosok negeri bahkan sampai ke luar negeri.

Penyebaran informasi Pertanian dengan memanfaatkan Internet, karena saat ini sudah banyak fasilitas-fasilitas yang dapat digunakan untuk mengakses internet. Salah satunya adalah dengan telepon seluler yang sudah umum dimiliki oleh petani.

Petani perlu memanfaatkan dengan optimal teknologi-teknologi alternatif tersebut sehingga mereka tidak ketinggalan informasi dan dapat mengembangkan pertaniannya. Informasi yang didapatkan dapat menjadi acuan pengembangan dalam budidaya maupun pengolahan pasca panen. Tentu saja hal yang kita harapkan adalah peningkatan produktivitas dan nilai tambah yang merupakan ciri pertanian modern dapat tercapai.

Perkembangan teknologi informasi di bidang pertanian di Provinsi Sulawesi Utara cukup baik. Kondisi ini terlihat dari jumlah penetrasi dan kontribusi masyarakat dalam aktifitas penggunaan media internet yang cukup tinggi baik di tingkat Desa, Kecamatan, Kabupaten maupun Propinsi. Hal ini ditunjang dengan kehadiran website-website dari lembaga-lembaga penelitian dan penyuluhan serta tampilnya beragam aplikasi Teknologi Informasi dan Multimedia di dalam aktivitas penyuluhan pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

APJII. 2018. Laporan Survai Penetrasi dan Profil Perilaku Penggunaan Internet di Indonesia Tahun 2018. Asosiasi Penyelengaraan Jasa Internet Indonesia.

Baur, C., and D. Wee. 2015. Manufacturing's Next Act? New York City, NY (US): McKinsey & Company.

[BI Sulawesi Utara] Bank Indonesia Sulawesi Utara. 2018. Kajian Ekonomi dan Keuangan Regional Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2018. Manado (ID): Kantor Perwakilan Bank Indonesia Propivinsi Sulawesi Utara.

[BPS Sulut] Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara. 2018. Propinsi Sulawesi Utara Dalam Angka. Manado (ID): Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara

Hermann, M., Pentek, T., and B. Otto. 2016. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Presented at the 49th Hawaiian International Conference on Systems Science.

(https://manado.tribunnews.com/2014/01/20/bps-sulawesi-utara-tertinggi-dalam,-penggunaan-internet-di-indonesia.

http://www.ikaitsjabar.com/arsip/1708_bigdata/2.%20Menyiapkan%20Generasi%20Milenial%20Menuju%20Kejayaan%20Indonesia%202045%20

(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healthminister.app).

(https://play.googlr.com/store/apps/detail?id=mam.reader.itani).

(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lucidcentral.mobile.ricedoctor)

(https://play.google.com/store/apps/detail?id=com.litbang.katamterpadu).

(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.healthminister.app).

(https://play.google.com/store/apps/details?id=com.yara.checkit).

(https://apkpure.com/id/mata-daun/org.mrcpp.matadaun)

(https://teknologi.id/tekno/ci-agriculture-menjadi-solusi-petani-di-era-iot-dan-big-data/).

(http://myagrimobileapp.myagriculture.my.id/)

(https://igrow.asia/)

(https://tanihub.com/)

(https://www.qerja.com/company/view/eragano-agritech-indonesia-pt-1).

Indrajit, Richardus E. 2005. Electronic Government. Yogyakarta (ID): Penerbit Andi.

Irianto, D. 2017. Industry 4.0; The Challenges of Tomorrow. Disampaikan pada Seminar Nasional Teknik Industri, Batu-Malang (ID).

Kagermann, H., W. Wahlster, and J. Helbig. 2013. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Industrie 4.0 Working Group, Germany.

Kohler, D., and J.D. Weisz. 2016. Industry 4.0: the challenges of the transforming manufacturing. Germany: BPIFrance.

Lee, J., E. Lapira, B. Bagheri, and H. Kao. 2013. Recent Advances and Trends in Predictive Manufacturing Systems in Big Data Environment. Manuf. Lett. 1(1): 38–41.

Lee, E.A. 2008. Cyber physical systems: Design challenges. In Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 11th IEEE International Symposium, p. 363-369.

Liffler, M., and A. Tschiesner. 2013. The Internet of Things and the Future of Manufacturing. New York City, NY (US): McKinsey & Company.

Liss, D. 2017. Understanding Generational Differences. #GOInnovate17. https://greaterozarkscsd.org/.../GOCSD-2017-Generational-Differences-Online-Copy.p.

Merkel, A. 2014. Speech by Federal Chancellor Angela Merkel to the OECD Conference. https://www.bundesregierung.de/Content/EN/Reden/2014/2014-02-19-oecd-merkel-paris_en.html.

Nasution, N. H., A. Hasad, dan K.B. Seminar. 2011. Penerapan Knowledge Management System Komoditas Cabai dan Bioteknologi Pertanian Menggunakan Blog. In: Kastaman, R., Kramadibrata, A. M., Seminar, K. B. and Saukat, M. (eds.), Akselerasi Pembangunan Informatika Pertanian Dalam Upaya Perlindungan Dan Pemberdayaan Petani 2011, Bandung (ID), hlm.161–173.

Nuh, M. 2017. Menyiapkan Generasi Milenial Menuju Kejayaan Indonesia 2045. Makalah pada One Day Seminar on Big Data is the new fuel of Digital Economy 23 Agustus 2016, ITS.

Pinardi, E. S. 2011. Menuju Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Melalui Cloud Computin. Dalam: e-Indonesia Initiative 2011 (eII2011). Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia, 2011, Bandung, p.447–454. [Online]. Available at: https://dans007. files.wordpress .com /2014/05/oth-04.pdf.

Purnomo, D., dan T. Pujianto. 2011. Rumahcemilan.com, Konsep Pengembangan Sistem Jejaring Sosial dan Informatika Pemasaran Online Produk Agroindustri. Dalam: Kastaman, R., A.M. Kramadibrata, K.B. Seminar, dan M. Saukat (Eds.). Akselerasi Pembangunan Informatika Pertanian Dalam Upaya Perlindungan Dan Pemberdayaan Petani 2011, Bandung (ID), hlm. 118–129.

Ramadhianto, D., B. Yonathan, K. Mutijarsa, Y. Bandung, dan A. Langi. 2011. Pengembangan PSS Akses Informasi/Multimedia di Punclut, Jabar. In: e-Indonesia Initiative 2011 (eII2011). Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia, 2011, Bandung (ID), hlm. 224–229.

Rizki, F.A. 2009 Perkembangan Teknologi Bagi Kehidupan Manusia. (http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/perkembangan-teknologi-bagi-kehidupan.

Schwab, K. 2017. The fourth industrial revolution. New York City, NY (US): Crown Business Press

Schlechtendahl, J., M. Keinert, F. Kretschmer, A. Lechler, and A. Verl.2015. Making existing production systems Industry 4.0-ready. Production Engineering. 9(1): 143-148.

Singh, A.P., and M. Yuvaraj. 2012. Creating Global village of agriculture practices through social networking: apportunities and threats, Conference International Federation Landscape Architecture.

Sung, T.K. 2017. Industri 4.0: a Korea perspective. Technological Forecasting and Social Change Journal, 1-6.

Sutiarso, L., Murtiningrum, dan A, Prabowo. 2011. Konsep Pengembangan Sistem Manajemen Pengetahuan Pada Himpunan Petani Pemakai Air Sebagai Organisasi Pembelajar. In: Kastaman, R., A.M. Kramadibrata, K.B. Seminar, dan M. Saukat (Eds.), Akselerasi Pembangunan Informatika Pertanian Dalam Upaya Perlindungan Dan Pemberdayaan Petani 2011, Bandung (ID),hlm. 205–220.

Tjandrawinata, R.R. 2016. Industri 4.0: Revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada bidang kesehatan dan bioteknologi. Jurnal Medicinus, Vol 29, Nomor 1, Edisi April.

Widadie, F. 2011. Pemanfaatan Teknologi Social Media Sebagai E-Agribusiness dalam Membangun Networking dan Marketing Community-Based di Tingkat Kelembagaan Petani. Dalam : Kastaman, R., A.M. Kramadibrata, K.B. Seminar, dan M. Saukat (Eds.). Akselerasi Pembangunan Informatika Pertanian Dalam Upaya Perlindungan Dan Pemberdayaan Petani 2011. Bandung (ID), hlm. 96–112.

Zezulka, F., P. Marcon, I. Vesely, and O. Sajdl. 2016. Industry 4.0–An Introduction in the phenomenon. IFAC-PapersOnLine. 49 (25): 8-12.

Sistem Pertanian Tradisional Bawang Merah Menuju Pertanian Modern di Kabupaten Minahasa

Olvie Grietjie Tandi, Jefny M. Rawung dan Yusuf

Permintaan bawang merah khususnya di provinsi Sulawesi Utara terus meningkat. Sentra pengembangan bawang merah terletak di kawasan yang memiliki iklim sejuk yaitu di Kabupaten Minahasa dengan ketinggian 600-800 mdpl. Data produksi bawang merah di Sulawesi Utara dengan luas panen 310 ha, produksi sebesar 1.715,5 ton dengan produktivitas 5,5 ton/ha, dimana pola konsumsi bawang merah masyarakat yang ada di Sulut adalah 4,56 kg/kap/tahun (Dinas Pangan Sulut, 2017).

Usahatani bawang merah secara tradisional telah diusahakan secara turun temurun oleh petani di beberapa kecamatan di Kabupaten Minahasa. Penanaman bawang merah berlangsung pada bulan Februari (musim hujan) para petani mengelola lahan di sekitar pebukitan. Pada musim tanam bulan Juni sampai dengan Agustus (musim panas) budidaya bawang merah banyak dilakukan di sekitar persawahan atau di daerah-daerah yang mempunyai sumber mata air (BPTP Sulut, 2017).

Produksi bawang merah di tingkat petani berkisar 7-8 t/h, produksi yang pernah dicapai oleh BPTP Sulawesi Utara 15-20 t/ha (BPTP Sulut, 2017). Rendahnya produksi yang dihasilkan diduga sebagai akibat dari penggunaan bibit yang tidak bermutu (Maemunah dan Saleh, 2007). Benih yang dipakai oleh petani kebanyakan diambil dari hasil sendiri atau di ambil dari sesama petani dan dipakai secara berulang, selain masalah bibit, masalah hama dan penyakit dan penangan pasca panen yang belum memadai ditingkat petani.

Produksi bawang merah tidak dapat dilepaskan dari peranan bibit. Secara umum petani bawang merah menggunakan bibit yang berasal dari umbi bawang merah. Pada musim tanam raya bawang merah, petani sering mengalami kekurangan benih. Kekurangan benih bawang merah disebabkan beberapa faktor antara lain: (1) petani tidak menyediakan atau mempersiapkan lahan khusus produksi benih, tetapi benih digunakan dari hasil panen umbi konsumsi, (2) penyusutan bobot umbi dan penurunan kualitas umbi selama penyimpanan mencapai 31,44 - 58,36% (Djafar et al., 2004).

Pertanian presisi menggunakan pendekatan dan teknologi yang memungkinkan perlakukan presisi pada setiap simpul proses pada rantai bisnis pertanian dari hulu ke hilir sesuai kondisi (lokasi, waktu, produk, dan consumer) spesifik yang dihadapi (Seminar, 2016, Heriyanto et al., 2016). Selanjutnya di jelaskan bahwa ada empat pilar utama dalam pendekatan pertanian presisi, yaitu: 1. Memandang aktivitas pertanian secara holistik dan menyeluruh dari hulu ke hilir sebagai rantai proses yang terpadu dan berkesinambungan untuk memastikan aliran konversi produk pertanian (tanaman, ternak, ikan, dan turunannya) dengan aman, efisien, dan efektif dari lahan hingga ke meja makan, 2. Memedulikan keragaman (heterogenitas) dan dinamika lokasi, waktu, objek bio, iklim, geografi, kultur, pasar, dan konsumen, 3. Mendayagunakan teknologi yang memungkinkan pengamatan, dan perlakuan presisi, 4. Berbasis kepada data, informasi, dan pengetahuan yang sahih.

Kementerian pertanian telah mencanangkan program perbenihan untuk hortikultura, dengan prioritas utama pengembangan benih bawang merah pada luasan 7.000 ha. Untuk memenuhi kebutuhan benih dalam pengembangan bawang merah, Balitbangtan telah menghasilkan inovasi benih botani atau *True Shallot Seed* (TSS). Keunggulan inovasi TSS antara lain produktivitas tanaman meningkat. Sebab, tidak atau lebih sedikit membawa penyakit tular benih seperti virus dari pada umbi bibit, tidak ada dormansi dan daya simpan lebih lama (2 tahun), kebutuhan benih lebih sedikit (5-7 kg/ha) sehingga biaya benih murah, serta penyimpanan dan distribusi lebih mudah. Terkait dukungan untuk program pengembangan bawang merah, Balitbangtan telah menghasilkan seperangkat inovasi alat dan mesin pertanian (alsintan) untuk perbenihan hortikultura tersebut. Mulai dari penyiapan lahan, pengolahan tanah, pemasangan mulsa, persemaian benih, pemeliharaan benih, penanam, dan pemanen (Pomidor, 2018).

Kementerian Pertanian menyebutkan transformasi pertanian modern mutlak harus dilakukan. Pasalnya, transformasi ini akan mendorong peningkatan produktivitas, efisien dalam penggunaan sumberdaya dan teknologi, serta mampu menghasilkan output yang berkualitas, bernilai tambah dan berdaya saing tinggi (Pomidor, 2017). Selanjutnya dijelaskan bahwa modernisasi pertanian melalui penggunaan alsintan dari aspek ekonomi secara signifikan terbukti mampu meningkatkan produktivitas komoditas pangan dan pendapatan keluarga petani sehingga proses produksi beras bisa lebih efisien. Melalui penggunaan alsintan pada setiap tahap kegiatan produksi, panen dan pascapanen mampu menghemat biaya pengolahan tanah, biaya tanam, biaya penyiangan, dan biaya panen karena sebagian besar tenaga kerja sudah diganti oleh penggunaan alsintan yang jauh lebih efisien.

Program pengembangan pertanian modern mengutamakan keberpihakan kepada petani. Hal ini dicirikan dengan penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) secara masif. Mulai dari pengolahan lahan sampai dengan tahap panen dan pascapanen sehingga merubah kegiatan usaha pertanian dari sistem tradisional menuju pertanian yang modern (modernisasi pertanian). Modernisasi pertanian mutlak dilakukan untuk menjadikan Indonesia negara yang kuat berbasis pertanian. Hingga kini pihaknya telah menggelontorkan ribuan alat dan mesin pertanian (alsintan) ke seluruh pelosok tanah air.

Unit alsintan persemaian TSS atau "Pneumekatronik" hasil inovasi Balitbangtan mampu menyiapkan benih sesuai dalam tray secara otomatis sebanyak 720 tray per jam. Atau 75.600 benih umbi mini per jam atau setara dengan 604.800 benih umbi mini per hari bila bekerja selama 8 jam per hari. Sementara unit alsintan yang memproses TSS tersebut mampu menyiapkan benih mini untuk sekitar 5-6 ha per hari. Khusus rumah tanam (smart green house) untuk pemeliharaan dan persemaian benih, sudah sangat terkendali secara otomatis semua parameter lingkungan mikronya (temperatur, kelembaban, kadar CO2/O2 dan ventilasi). Rumah tanam pintar ini (Smart Green House) dapat dikendalikan melalui android (Pomidor, 2017).

Teknologi pendukung lainnya yang sangat penting yaitu In Store Controlled Room (ISCR). ISCR merupakan teknologi untuk menyimpan dan memperpanjang masa simpan tanpa mengurangi bobot. Teknologi ini mampu menyimpan produk bawang merah lebih dari 3 bulan, dengan kapasitas mencapai 2 ton. Disamping itu suhu dan kelembaban ruangan dapat diatur

sesuai kebutuhan serta bersifat mobile. Unit alsintan lainnya, seperti mesin pengolah tanah, pemasang mulsa, penanam dan pemanen sudah selaras (in-line) dengan persyaratan optimal dari usaha tani bawang merah dengan TSS. Semua prototipe alsintan untuk hortikultura hasil Balitbangtan tersebut diharapkan dapat mempercepat transformasi ke pertanian modern. Sedangkan alat-alat mesin pertanian tersebut juga bisa diproduksi massal oleh industri alsintan dalam negeri melalui kerjasama lisensi (Pomidor, 2017).

Tujuan penulisan adalah menguraikan sistem pertanian tradisional bawang merah menuju pertanian modern di kabupaten Minahasa dimulai dengan kondisi eksisting usahatani bawang merah, peluang pengembangan teknologi modern dalam mendukung usahatani bawang merah, peran generasi muda dalam pengembangan pertanian modern pada usahatani bawang merah dan peluang pengembangan digital farming, serta langkah-langkah strategis berupa rencana jangka pendek dan jangka panjang.

Kondisi Eksisting Usahatani Bawang Merah Di Kabupaten Minahasa

Sistem pertanian tradisional adalah pengetahuan yang khas milik suatu masyarakat atau budaya tertentu yang telah berkembang lama sebagai hasil dari proses hubungan timbal balik antara masyarakat dengan lingkungan. Karena hubungan yang dekat dengan lingkungan dan sumber daya alam, masyarakat lokal, tradisional atau asli melalui uji coba telah dianggap mempertahankan sumber daya alam, serta meninggalkan kegiatan-kegiatan yang dianggap merusak lingkungan. Sistem pertanian tradisional yang akrab dan selaras dengan alam, yang disesuaikan dengan situasi ekologi lokal seperti tipologi lahan dan keadaan musim yang erat kaitannya dengan keadaan tofografi, kedalaman genangan, dan ketersediaan air (Nurung dan Pratiwi,2011).

Bawang merah umumnya dapat ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 1000 di atas permukaan laut. Ketinggian tempat yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan bawang merah adalah 0-450 meter di atas permukaan laut. Tanaman bawang merah masih dapat tumbuh berumbi di dataran tinggi, tetapi umur tanamannya menjadi lebih panjang 0,5-1 bulan dan hasil umbinya lebih rendah (Sutarya et al., 1995). Menurut Sunarjono

(2004) sebelum bawang merah ditanam, tanah diolah terlebih dahulu. Pengolahannya dengan cara dicangkul untuk membuat bedengan dan diberi pupuk, serta dibuat parit-parit yang berguna untuk drainase dan penampungan air untuk siraman, selanjutnya penanaman bawang merah dapat dilakukan di atas bedengan.

Pemeliharaan tanaman bawang merah meliputi beberapa kegiatan yaitu penyulaman pengairan, pemupukan, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Pemanenan bawang merah dilakukan pada umur 60-90 hari setelah tanam, atau tergantung varietas dan tujuan penggunaan hasil umbinya. Ciri-ciri umum bawang merah siap panen, yaitu tanaman telah cukup tua, hampir 60%-90% leher batang lemas dan daunnya menguning serta umbi lapis sudah kelihatan penuh (padat) berisi dan tersembul sebagian di atas tanah (Rukmana, 1994).

Usahatani bawang merah secara tradisional di Kabupaten Minahasa bertujuan menghasilkan umbi komsumsi dan sisanya disimpan petani untuk persiapan benih pada musim berikutnya. Umumnya petani menggarap pada luasan 0,1-0,5 ha. Kebutuhan benih lasimnya untuk lahan seluas 1 ha kurang lebih 800-1.400 kg, menggunakan bibit unggul lokal Lansuna. Pemupukan, pengendalian hama dan penyakit serta proses panen dan pasca panen umumnya belum sesuai dengan anjuran yang ditetapkan.

Beberapa komponen teknologi budidaya eksisting petani dan teknologi introduksi yang pernah dikaji oleh BPTP Sulawesi Utara di Kabupaten Minahasa yakni komponen teknologi varietas, cara pengolahan tanah, cara dan sistem tanam, pemupukan dan pemeliharaan tanaman bawang merah yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Teknologi Introduksi dan Cara Petani Kabupaten Minahasa

No.	Komponen Teknologi	Cara Petani	Introduksi
1.	Varietas	Lokal lansuna	Varietas ungggul lokal Lansuna, Bima Brebes, Trisulla dan Sembrani (benih berlabel)
	Perlakuan Umbi	Tidak ada perlakuan benih dan sering menggunakan Benih yang tidak berlabel	Umbi dipotong 1/3 bagian ujungnya dan diberi fungisida mankozeb dengan dosis 1 gr mankozeb: 1 kg benih
	Produktivitas	7-10 t/ha	15-20 t/ha
2.	Pengolahan tanah		
	Cara	Tanah dicangkul/dibajak menggunakan traktor atau sapi dan dibuat bedengan	Dibajak dengan traktor kemudian dibongkar menggunakan cangkul dan dibuat bedengan
	Bedengan	Pembuatan bedengan: ukuran bedengan tidak menentu ada 1 m-1,5 m menyesuaikan kondisi lahan, tinggi bedengan ± 30 cm	Ukuran bedengan 1-1,2 m menyesuikan mulsa plastik yang digunakan, tinggi bedengan 35 cm
	Pemupukan	Tidak diberi pupuk organik/kandang, takaran sesuai kebutuhan petani (Urea,KCl dan SP36)	Ada perlakuan pupuk dasar dan pupuk susulan (Pupuk organic, NPK, KCL dan SP-36
3.	Cara dan sistem tanam		
	Jarak tanam	30 cm x 30 cm atau 40 cmx 40 cm, (agak lebar)	20 cm x 20 cm yang dilobangi pada mulsa plastik
	Pola tanam	Pergiliran tanam, setelah bawang di tanam sayuran atau kacang-kacangan	Pergiliran tanaman, setelah panen bawang kemudian sayuran atau kacang-kacangan
	Waktu tanam	MT I (Februari-Maret); MT II (Juni-Agustus)	Juni, Juli Agustus
4.	Pemupukan:		
	Jenis	Urea, SP-36 dan KCl, tidak pakai pupuk kandang	NPK Mutiara , SP-36, KCl dan pupuk PPC
	Dosis	Tidak terukur	NPK Mutiara 600 kg/ha; KCl 150 kg/ha, Fertipos 50 kg/ha
		Tidak ada pupuk kandang	Pupuk kandang 5 t/ha
	Waktu	Sebagai Dasar dan tanaman berumur 1 bulan diberikan pupuk susulan	Sebelum tanam dan pupuk susulan 15 hst, 30 hst, 45 hst
5.	Pemeliharaan		
	Pengendalian OPT	Dilakukan penyemprotan dengan pestisida dan fungisida jika ada serangan dengan dosis dan jadwal penyemprotan tidak menentu	Dilakukan dengan terpadu, dan selalu berkoordinasi dengan Balitsa

Sumber data Primer BPTP Sulut (2017).

Sistem Pertanian Tradisional Bawang Merah:

Pengolahan Tanah

Kegiatan pengolahan tanah untuk budidaya bawang merah, di Minahasa umumnya kerjakan oleh kebanyakan petani masih menggunakan cara-cara tradisional yaitu dengan membajak lahan meggunakan pacul atau traktor, tanah dibongkar, kemudian petani membersihkan sisa-sisa gulma kemudian dibakar. Proses pembedengan di lapangan semuanya masih bersifat tradisional, petani hanya menggunakan alat seadanya seperti cangkul dan sekop dibuat bedengan menyesuaikan keadaan lahan dilapangan. Seperti kita ketahui pengolahan tanah untuk penanaman bawang merah bertujuan untuk menggemburkan tanah, memperbaiki drainase dan aerasi tanah, meratakan permukaan tanah, dan mengendalikan gulma (Rahmi, 2017).

Penggunaan Mulsa Pada Tanaman

Penggunaan mulsa dari plastik dan dari sekam padi ditingkat petani masih jarang dilakukan. Mulsa plastik hanya diperuntukan untuk budidaya cabe saja. Padahal dilain pihak penggunaan mulsa bertujuan untuk menekan pertumbuhan gulma, mencegah kehilangan air dari tanah sehingga kehilangan air dapat dikurangi serta temperatur dan kelembaban tanah relatif stabil. Penggunaan mulsa merupakan salah satu upaya memodifikasi kondisi lingkungan agar sesuai bagi tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Sembiring, 2013). Selain itu mulsa plastik menghemat tenaga kerja dalam penyiangan. Sebagian besar petani terkendala pada biaya pembelian mulsa, hanya petani yang memiliki modal saja yang sudah menggunakan mulsa plastik.

Pemasangan mulsa di lapangan juga masih bersifat tradisional, mulsa ditarik menutupi bedengan kemudian di jepit menggunakan penjepit yang berasal dari bambu yang semuanya dikerjakan oleh petani.

Pemupukan

Dalam kegiatan budidaya bawang merah petani di Minahasa, melakukan pemupukan seperti biasa yang lasimnya dilakukan oleh petani pada umumnya. Pupuk yang digunakan oleh sebagian besar petani hanya seadanya tanpa mengikuti anjuran seperti tepat waktu, dan dosis yang di anjurkan.

Sebagai contoh jika petani tersedia pupuk urea 200 kg/ha dibagi menjadi dua kali pemberian. 100 kg saat bersamaan penanaman dan 100 kg/ha saat tanaman berumur 1 bulan di lapangan, begitu juga dengan SP-36 dan KCl masing-masing 50 kg/ha saat awal penanaman dan 50 kg saat tanaman berumur 1 bulan setelah tanam, jarang sekali menggunakan pupuk kandang, pada hal pupuk kotoran kuda boleh dikatakan teredia. Sebagian besar alat transportasi dari desa ke desa atau ke pasar terdekat masih menggunakan bendi yang ditarik oleh ternak kuda. Pupuk kotoran kuda belum diolah untuk dijadikan pupuk kandang. Petani hanya terbiasa menggunakan pupuk kandang dari kotoran ayam. Aplikasi pemupukan dilakukan dengan cara ditabur disekitar tanaman sedangkan pemberian pupuk dalam bentuk kocor hanya berlaku pada system budidaya cabai saja.

Penanaman

Penanaman bawang merah biasanya dilakukan pada bulan Februari dan Maret di daerah-daerah di atas pebukitan, sedangkan di daerah persawahan saat usai panen padi diganti dengan bawang merah yaitu pada bulan Juni-Agustus. Benih bawang diseleksi sendiri oleh petani seadanya kemudian ditanam. Jarak tanam bawang merah di tingkat petani sangat bervariasi, ada jarak tanam 30 cm x 30 cm dan 40 cm x 40 cm. Jarak tanam yang cukup lebar ini digunakan dengan alasan agar mudah dalam penyiangan tanaman, supaya pacul bisa masuk di antara barisan tanaman menjadi kebiasaan petani saat penyiangan tanaman. Sedangkan jarak tanam yang diintroduksikan yaitu: 20 cm x 20 cm.

Pemeliharaan Tanaman

Penyiangan secara tradisional umumnya dilakukan oleh petani dengan menggunakan cangkul saat tanaman berumur 15-20 hst, pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman jika hujan mulai jarang turun dan penyiangan rumput. Rumput yang tumbuh diantara bedengan umumnya dipacul sedangkan dalam pertanaman dilakukan dengan cara mencabut dengan sangat hati-hati menggunakan pisau rumput. Ada juga petani yang menggunakan herbisida dengan cara menyemprot disesuaikan dengan kondisi gulma di lapangan.

Pengelolaan Hama Penyakit

Hama dan penyakit yang paling ditakuiti oleh petani bawang merah dikabupaten Minahasa adalah ulat bawang *Spedoptera* sp dan penyakit layu fusarium. Pengendalian hama penyakit ditingkat petani dicirikan dengan penggunakan pestisida yang tidak tepat sasaran, waktu dan dosis yang dianjurkan. Jika ada serangan hama dan penyakit petani menyemprot tanaman dengan selang waktu yang begitu dekat. Sebagai contoh untuk membasmi ulat bawang aplikasi pestisida bisa terjadi 3-4 kali dalam seminggu. Pada demplot bawang merah penggeloaan Hama dan penyakit yaitu dengan menanam tanaman Merry Gold di sekitar bedengan, dan menggunakan pestisida berdasarkan PTT bawang merah berdasarkan rekomendasi Balitsa, yaitu menggunakan feromon exy untuk menangkap ulat bawang di sekitar bedengan dan juga menggunakan lampu trap.

Panen

Penentuan masa panen di tingkat petani umumnya di atas 65 hst, petani akan memanen bawang merah. Pemanen dilakukan oleh petani dengan cara mencabut tanaman saat daun tanaman berwarna kuning , kemudian dikering anginkan menggunakan terpal yang digelar di kebun atau di pekarangan. Setelah 1 minggu petani memotong ujung umbi untuk mengeluarkan batang dan daun bawang merah. Sebagai kebiasaan petani di Kabupaten Minahasa, petani jarang sekali mengikat daun kering kemudian digantung, umumnya mereka langsung memotong daunnya sebelum dibeli oleh pedagang. Pada pola yang diintroduksi panen, mengikuti persyaratan benih masak fisiologi/siap panen dengan melihat tanda-tanda sebagai berikut:

- ✓ Leher umbi bila dipegang sudah lemah
- ✓ 70 – 80 % daun berwarna kuning
- ✓ Umbi lapis kelihatan penuh berisi
- ✓ Sebagian umbi tersembul di atas permukaan tanah.
- ✓ Sudah terjadi pembentukan pigmen merah dan timbulnya bau bawang yang khas.
- ✓ Warna umbi merah tua, merah keunguan atau merah muda
- ✓ Daun bagian atas mulai rebah.

Setelah tanaman dipanen, tanaman digelar di atas bedengan 2-3 jam di bawah sinar matahari, kemudian tanaman diikat dan digantung di para-para yang terbuat dari bambu pada ruangan yang berfentilasi baik.

Pada umumnya produksi bawang merah dilakukan secara vegetatif yaitu menggunakan umbi bibit. Kelemahan penggunaan umbi bibit sebagai bahan tanam antara lain umumnya membawa penyakit tular umbi yang mengakibatkan penurunan produktivitas. Selain itu budidaya juga memerlukan biaya penyediaan umbi yang tinggi, mencapai 40% dari biaya produksi (Sumarni et al., 2012). Besarnya total umbi yang dibutuhkan sebagai sumber benih membuat total harga untuk penyediaan benih menjadi besar. Apabila harga umbi benih tiap kg rata-rata Rp 20.000 dan kebutuhan umbi per ha adalah 1-1,5 ton maka biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli umbi benih adalah Rp 20.000.000,00- Rp.30.000.000,00. Menurut Nurmalinda et al. (1994) pengeluaran untuk pembelian benih merupakan proporsi terbesar dalam usaha tani bawang merah (32-41%).

Alternatif lain yang dapat dikembangkan dalam produksi bawang merah adalah menggunakan benih botani (*true shallot seed* atau TSS). TSS ini memiliki keunggulan yaitu kebutuhan biji untuk produksi cukup rendah yaitu sekitar 5–7 kg ha-1 (Basuki, 2009). Volume kebutuhan biji yang lebih rendah, dapat mengurangi biaya penanganan benih dan biaya distribusi, sehingga biaya produksi lebih rendah.

Pengembangan TSS bawang merah sangat berpeluang untuk dikembangkan di Kab. Minahasa, mengingat daerah merupakan salah satu kawasan pendampingan hortikultura menurut Kementan No 14 tahun 2018. Keputusan menteri pertanian republik Indonesia No 472/Kpts/Rc.040/6/2018 tentang lokasi kawasan pertanian nasional (Keputusan Menteri Pertanian No 472 tahun 2018).

Tonsewer merupakan salah satu desa yang memiliki produksi bawang merah terbesar di Kecamatan Tompaso Barat Kabupaten Minahasa, Kecamatan Tompaso Barat adalah salah satu daerah yang memproduksi tanaman bawang merah di Sulawesi Utara, karena sebagian masyarakat desa Tonsewer berprofesi sebagai petani bawang merah. Data luas tanam, luas panen, rata-rata produksi dan produktivitas bawang merah di Kecamatan Tompaso Barat (Tabel 2) menunjukkan bahwa desa Tonsewer mempunyai jumlah produksi tertinggi mencapai 246,16 ton dengan produktivitas sebesar 7,1 t/ha. Produksi yang terendah adalah desa Pinaesaan yang hanya mencapai 3,05 ton dengan produktivitas sebesar 6,1 t/ha/tahun.

Tabel 2. Luas tanam, luas panen, rata-rata produksi dan produksi Bawang merah di Kecamatan Tompaso Barat tahun 2013 Kapupaten Minahasa.

No	Kecamatan	Luas Tanam (Ha)	Luas panen (ha)	Produksi t/ha	Rata-rata produksi t/ha
1.	Pinaesaan	0,5	0,5	3,05	6,1
2.	Tompaso	5	5	3	6,2
3.	Tompaso	-	-	-	-
4.	Pinabetengan	2,5	2,5	15,75	6,3
5.	Pinabetengan Utara	3	3	18,3	6,1
6.	Pinabetengan Selatan	4	4	25,2	6,3
7.	Tonsewer	36,2	36,2	246,16	7,1
8.	Toure	7,5	7,5	48	6,8
9.	Tonsewer Selatan	27	27	183,6	7,1
10	Toure II	5	5	32	6,8

Sumber: BP3K Kecamatan Tompaso Baru (2014).

Dari hasil kajian kemitraan BPTP Sulawesi Utara dengan kelompok tani pada PT GMAS tahun 2017 mendiseminasikan beberapa varietas bawang merah dengan potensi hasil masing-masing varietas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Produksi Beberapa Varietas Bawang Merah Di Kecamatan Tompaso

Varietas	Berat kering per rumpun (kg)	Berat bersih (kg)	Berat basah (1x1 m^2) (kg)	Berat kering (1x1 m^2) (kg)	Produksi (ton/ha)
Pakai Mulsa					
Sembrani	71,34	83,44	3,16	2,43	24,3
Bima	32,31	42,42	1,99	1,78	17,8
Maja Cipanas	20,68	25,6	1,78	1,53	15,3
Trisula	32,6	38,4	1,61	1,48	14,8
Lansuna	67,36	73,61	2,31	1,76	17,6
Tanpa Mulsa					
Bima	44,1	49,67	1,03	1,01	10,1
Maja Cipanas	26,52	30,35	1,32	1,17	11,7
Lansuna	15,27	17,03	2,15	1,64	16,4

Sumber: (BPTP Sulut, 2017)

Peluang Pengembangan Pertanian Presisi

Pertanian presisi adalah sistem pertanian terpadu berbasis pada informasi dan produksi, untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan profitabilitas produksi pertanian dari hulu ke hilir yang berkelanjutan, spesifik-lokasi serta meminimalkan dampak yang tidak diinginkan pada lingkungan Whelan dan Taylor (2013).

Kesiapan pemerintah, petani dan stake holder di kabupaten Minahasa untuk mewujudkan pertanian presisi membutuhkan proses yang cukup kompleks. Tantangan untuk dapat sepenuhnya mengadopsi teknologi informasi (TI) di bidang pertanian, daerah menghadapi tantangan terkait kesiapan sumber daya manusia dalam hal ini petani membutuhkan manajer dan berpengetahuan dan trampil serta kader konsultan dan penyedia layanan terdidik. Kesediaan infrastuktur teknologi yang dapat menjangkau masyarakat di pedesaan. Untuk meningkatkan kemampuan petani dalam penggunaan perangkat dan aplikasi TI dibutuhkan proses pendampingan yang terus menerus dan berkelanjutan. Proses pendampingan juga harus mengarah ke perubahan pola komunikasi yang semula hanya konvensional menjadi pola komunikasi hybrid, gabungan antara pola konvensional dan komunikasi berbasis TI. Sementara itu untuk tantangan kesediaan infrastuktur TIK utamanya internet harus diselesaikan melalui program berkelanjutan dari pemerintah untuk membangun infrastuktur teknologi yang tentu saja hal ini juga harus didukung oleh berbagai pihak yang berkepentingan antara lain pihak penyedia jaringan TIK, operator penyedia layanan komunikasi dan akademisi (Rohmani dan Suparno, 2018).

Penerapan pertanian presisi di kabupaten Minahasa baru dilakukan oleh beberapa petani dan pengguna lain dalam memanfaatkan aplikasi berbasis android MyAgri. Aplikasi ini sangat membatu petani dalam hal cara budidaya, aplikasi pemupukan, penggunaan pestisida yang dianjurkan serta hal-hal yang menyakut segmen pasar komoditas hortikultura seperti bawang merah, cabe, kentang dan sayuran lainnya. Begitu juga penggunaan rumah pengering inhose drying yang dikendalikan secara android sudah mulai di adopsi oleh petani yang ada di setra pengembangan bawang merah yaitu di kecamatan Tompaso kabupaten Minahasa. Rumah pangan ini sangat membantu petani dalam penyimpanan hasil panen dengan kapasitas penampungan produksi bawang merah sampai 6 ton.

Menurut Rohmani dan Suparno (2018) penerapan pertanian presisi, diperlukan dukungan berbagai inovasi futuristik sangat diperlukan guna membangun precision griculture disepanjang rantai pasok dari hulu hingga hilir sehingga memberikan manfaat dan dampak yaitu memiliki daya saing tinggi, inklusif bagi perbaikan kesejahteraan petani, serta mampu mewujudkan keberlanjutan system pangan dan pertanian sekaligus memperkuat ketahanan pangan, air dan energi. Marwah utama implementasi pembangunan pertanian modern adalah kemampuan dan kekuatan inovasi, sehingga produk pertanian memiliki keunggulan efisiensi dan daya saing (Pasandaran dan Syakir, 2017). Pertanian presisi harus dapat dipastikan terpenuhinya ketelitian dan presisi pada setiap proses transformasi produksi sehingga dihasilkan nilai tambah (*added value*) produk pertanian yang optimal dari hulu hingga hilir dengan karakteristik utama yaitu dihasilkannya produk prima, muda dilacak (*traceable*) dan memenuhi standar mutu perdagangan dunia (Seminar, 2016[a,b])

Penerapan Pertanian Presisi Di Hulu

Pemilihan Lahan Yang Tepat

Penerapan pertanian presisi di hulu dimulai dari pemilihan lahan hingga panen. Dalam pemilihan lahan ada beberapa alternatif dilihat dari basis media tanamnya, yaitu: 1) berbasis pada lahan terbuka, dan 2) berbasis pada lahan tertutup. Untuk media tanam berbasis terbuka diperlukan analisis presisi tentang kesesuaian lahan untuk suatu tanaman yang akan dibudidayakan dan diproduksi. Teknologi sistem informasi geografis (GIS) dengan basis data spasial dapat digunakan untuk melihat kesesuaian lahan suatu tanaman dengan memperhitungkan kondisi tanah, iklim, ketersediaan air, serta kontur tanah pada suatu wilayah tertentu. Dengan ini, pemilihan lahan terbaik untuk suatu tanaman tertentu dapat ditetapkan secara presisi hasil dari analisis kesesuaian lahan ini dapat digunakan untuk perencanaan wilayah agroindustri yang lebih berkelanjutan karena berbasis kondisi alami setempat, sedangkan produksi pertanian berbasis lahan tertutup menggunakan konstruksi bangunan yang dirancang secara spesifik untuk budidaya tanaman yang disebut rumah tanaman (*green-house*). Dengan sistem tertutup ini, kondisi iklim mikro di dalam rumah produksi dapat dikendalikan dan dimonitor (Seminar 2016[a,b]). Contoh penerapan penetuan kesesuaian lahan untuk tanaman padi dan jagung di Gorontalo, dengan tampilan lokasi lahan dan luasannya dalam berbagai tingkat kesesuaian.

Kecamatan Tompaso merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Minahasa masuk dalam sentra pengembangan hortikultura khususnya komoditas bawang merah. Kecamatan Tompaso memiliki kesesuaian lahan dimana wilayah ini mempunyai luas wilayah 17,32 km^2 , ketinggian dari permukaan laut 819 m dpl, dan terletak pada $1^o171 - 1^o191$ LU dan $124^o801 - 124^o821$ BT. Suhu udara maksimal adalah 28-30 ^oC dan suhu minimum adalah 17-18,9^oC, serta kelembaban udara berkisar antara minimum 98 – 100^oC dan maximum 60-69^oC

Pemilihan Metode Pembukaan dan Pengolahan Lahan Yang Tepat

Pendekatan pertanian presisi dengan memanfaatkan data agroklimat dan data spasial (luas, topografi lahan dan kontur lahan, serta jenis tanah) yang dapat diakuisisi dari satelit atau GPS dapat digunakan untuk perencanaan pembukaan dan pengolahan lahan yang paling tepat dari aspek sumber daya (armada, alat dan mesin, serta tenaga operator yang diperlukan), aspek waktu (penjadwalan dan target penyelesaian), aspek ekonomi, dan aspek lingkungan (skenario ramah lingkungan). Contoh penerapan teknologi pada sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis pengetahuan dapat digunakan untuk membantu pemilihan metode terbaik dalam pembukaan dan pengolahan lahan yang lebih presisi seperti yang dikembangkan oleh Nishiguchi dan Yamagata (2009) dan Solahudin (2010).

Perawatan Tanaman Yang Tepat

Pada tahapan perawatan tanaman dengan pendekatan presisi sebagai contoh saat pemberian air yang tepat waktu dan tepat volume pada lahan tanaman hortikultura dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi spesifik lahan, kelembapan tanah, jenis tanah, dan periode tanam (Heriyanto et al., 2016). Contoh penerapan pada penetuan dosis herbisida sesuai populasi gulma secara *real-time* menggunakan sensor kamera pada tractor tangan. Pada pengembangan system perencanaan alsintan penyemprot tanaman di lahan yang luas dan tersebar dibargai lokasi geografis (Solahudin et al., 2010). Rekomendasi pemupukan yang tepat jenis dan dosis dan waktu untuk padi sawah (Kerjasama IRRI- Balitbangtan), Pendekatan presisi pemberian air tepat waktu, tepat volume pada lahan hortikultura dengan mempertimbangkan kondisi spesifik lahan, kelembaban tanah, jenis tanah dan periode tanam (Heriyanto et al., 2016).

Budidaya Pada Lahan Tertutup

Sistem multiagen cerdas yang tersebar. Agen central kendali dan pemantau, agen-agen penerima intruksi kendali dan pemantauan yang terhubung melalui jaringan komunikasi LAN (local area network) atau WAN (wide area network). Contoh penerapan pada pengembangan system kendali dan pemantauan terdistribusi produksi broiler dan tanaman pada bangunan (broiler house dan greenhouse) tertutup dibeberapa lokasi geografis yang tersebar.

Rekayasa Kultivar Dan Pemilihan Bibit

Aplikasi pertanian presisi sangat membantu rekayasa kutivar melalui rekayasa genetik tanaman ataupun hewan serta pemilihan bibit yang tepat untuk suatu kebutuhan spesifik pada suatu lahan spesifik. Suatu lahan dengan karakteristik tertentu bisa diintensifkan dengan budidaya varietas tanaman yang cocok yang dihasilkan dari rekayasa genetik. Misalnya, pada lahan yang kandungan asam dan potensi kekeringannya tinggi bisa dimanfaatkan dengan membudidayakan tanaman yang tahan terhadap cekaman asam yang tinggi dan terhadap cekaman iklim seperti kekeringan.

Salah satu contoh penerapan pada tanaman hortikultura yaitu pada keputusan pemilihan varietas tomat berbasis pertanian presisi telah dikembangkan oleh Amanda et al. (2015) Parameter keputusan mencakup ketinggian lahan, potensi produksi, tujuan budidaya tomat, karakteristik tomat (seperti ukuran, kekerasan buah, kematangan, dan warna buah), serta ketahanan terhadap penyakit. Dari parameter tersebut dihasilkan rekomendasi berbagai varietas tomat, mulai dari derajat kesesuaian tertinggi sampai yang terendah.

Penentuan Waktu dan Metode Panen

Proses pemanenan yang baik adalah yang tepat waktu dan tepat metode dengan mempertimbangkan kondisi tanaman, iklim, lingkungan, dan lahan di lokasi tertentu. Dukungan teknologi dan sistem informasi dapat meningkatkan kecepatan dan keakuratan perencanaan panen dengan melakukan simulasi dan pengambilan keputusan berbasis pengetahuan dan kaidah (Nishiguchi dan Yamagata, 2009; Solahudin, 2010). Contoh penerapan kemampuan identifikasi perbedaan fase vegetative selama masa pertumbuhan hingga panen mampu mengurangi jumlah penggunaaan BBM untuk pengeringan dan emisi CO_2.

Penerapan Pertanian Presisi di Hilir

Aplikasi pertanian presisi di rantai hilir mencakup semua rantai tahapan agribisnis mulai dari pascapanen hingga pemasaran dan penyampaian produk pertanian ke pengguna akhir meliputi tahapan berikut ini:

- Sistem pencatatan dan pelaporan produksi

Sistem pengolahan dan tampilan data untuk kebutuhan pengambilan keputusan, perhitungan rendemen, predisi produksi serta perencanaan kedepan. Akuisisi data *real time* dengan berbagai perangkat input sperti sensor RFID, sensor barcode, sensor microchip, sensor tato serta GPS. Contoh penerapan yaitu pertanian presisi berbasiskan pemanfaatan data spasial dan non spsial mendukung manajemen pemupukan, evaluasi lahan produktif, perencanaan saran produksi dan analisis biaya. Pada pencatatan produksi panen buah kelapa sawit dan pelaporan hasil analisis produksi secara *real-time*.

- Sistem Sortasi

Salah satu penerapan pertanian presisi adalah penyortiran produk pertanian seperti produk tomat berdasarkan parameter warna dan ukuran tomat. Pendekatan pertanian presisi perlu diterapkan pada sortasi buah tomat karena proses sortasi secara manual umumnya menghasilkan produk dengan keragaman kurang baik dan juga waktu yang relatif lama. Untuk meningkatkan keseragaman, akurasi, dan waktu pemrosesan proses sortasi dapat dilakukan dengan mesin cerdas menggunakan Jaringan Saraf Probalistik (Probabilistic Neural Network/PNN) dengan sistem komputasi paralel Ada juga Sistem pemutuan *teh hitam* menggunakan sensor kamera dan sistem cerdas sortasi untuk menentukan mutu buah nanas menggunakan vitur warna ukuran.

- Pemilihan Jalur Transportasi Dan Pemilihan Kemasan Produk

Sistem cerdas optimasi dalam pemilihan jalur transportasi berbasis pertanian presisi dikembangkan agar dapat memberikan peluang dan keputusan strategis dalam analisis pemilihan jalur terbaik guna meminimalkan waktu pengiriman serta menghindari kerusakan fisik dan mutu produk pertanian. Sistem ini menggunakan data spasial dan nonspasial untuk pemilihan jalur distribusi hortikultura mencakup peta pasar dan jalan, jarak, kondisi trafik dan kecepatan kemudi (drive time), serta kecepatan rata-rata

perjalanan Memilih kemasan produk pertanian tertentu memerlukan ketelitian sesuai dengan karakteristik produk yang akan dikemas dan ketersedian pilihan kemasan yang ada dipasaran.

- Sistem Perencanaan Ketahanan dan Keamanan Pangan

Sistem berbasis pertanian presisi untuk analisis keamanan pangan (food security) juga telah dikembangkan dengan memanfaatkan data-data potensi produksi, data kependudukan, kandungan nutrisi dari suatu komoditas pangan (contoh : tanaman pangan pada komoditas padi dan jagung) dan kebutuhan nutrisi yang diperlukan penduduk dan system pendukung kepetusan (SPK) presisi untuk memilih produk pangan fungsional yang tepat agar sesuai dengan kebutuhan kesehatan dan preferensi konsumen.

- Pengetahuan Tentang Segmen Pasar

Pengetahuan tentang segmen pasar memungkinkan produsen untuk menargetkan penawarannya dengan presisi bagi anggota segmen tertentu sehingga mendapatkan penjualan dan kepuasan pelanggan yang lebih tinggi. Tujuan utama dari segmentasi pasar adalah untuk secara akurat memprediksi kebutuhan pasar dan meningkatkan profitabilitas dengan membuat produk dalam jumlah yang tepat, untuk pasar yang tepat, dengan biaya yang optimal. Metode komputasi cerdas dapat digunakan untuk menentukan segmen pasar sehingga membantu tindakan pemasaran produk pertanian yang lebih presisi (Rowe et al., 2012; Tikmani et al., 2015). Data yang digunakan untuk segmentasi adalah data sejarah pembelian produk oleh pelanggan (frekuensi pembelian, volume dan nilai pembelian, profil pelanggan, serta jenis produk yang dibeli).

- Sistem Pelacakan Rantai Pangan Berbasis Teknologi Informasi

Menurut Pizzuti dan Mirabelli (2015) suatu sistem pelacakan diperlukan sebagai alat untuk mengontrol kualitas dan keselamatan pangan. Menurut Seminar (2016[a,b]) dengan sistem pelacakan tersebut data yang terkait dengan produk pertanian dari hulu ke hilir di setiap simpul rantai produksi dan pasok diakuisisi, disimpan, dan diolah untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk pemantauan, pengambilan keputusan, pengendalian, dan pengawalan proses produksi yang baik dan aman.

Dengan berkembangnya industri 4.0 diikuti dengan berkembangnya penerapan digitalisasi mulai dari peralatan produksi hingga menjadi produk akhir sehingga menjadi lebih efisien telah merintis jalan dan muncul tren baru

transformasi disektor pertanian. Ketersediaan semua kemajuan dengan alat dan teknologi komunikasi modern dan jaringan *sensor wireless* dengan menyatukan aspek teknologi informasi dan ilmu pertanian, sektor pertanian sudah saatnya untuk dapat memanfaatkan peluang dan menerapkan pertanian presisi dalam setiap proses di sepanjang rantai produksi.

Peran Generasi Muda

Penerapan teknologi pada usaha pertanian berevolusi sejalan dengan perkembangan budaya dan kehidupan manusia, karena pada dasarnya usaha menyediakan pangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan itu sendiri. Dengan demikian, pertanian modern tingkat penerapannya sejalan dengan tingkat perkembangan teknologi masyarakat pelakunya (Sumarno, 2007).

Generasi milenial adalah mereka yang lahir antara tahun 1981 sampai dengan tahun 2000. Sementara para peneliti sosial dalam negeri lainnya menggunakan tahun lahir mulai 1980-an sampai dengan tahun 2000-an (Anonimous, 2018[b]). Selanjutnya dijelaskan bahwa generasi milenial memiliki karakter unik berdasarkan wilayah dan kondisi sosial-ekonomi. Salah satu ciri utama generasi milenial ditandai oleh peningkatan penggunaan dan keakraban dengan komunikasi, media, dan teknologi digital. Karena dibesarkan oleh kemajuan teknologi, generasi milenial memiliki ciri-ciri kreatif, informatif, mempunyai *passion* dan produktif. (Anonimous, 2018[b]).

Indonesia akan mengalami periode bonus demografi, dimana jumlah orang produktif lebih tinggi daripada jumlah lansia dan anak-anak. Merupakan suatu kesempatan bagi kita untuk mengenalkan pertanian kepada generasi muda, jika tidak pertanian akan mengalami kekurangan sumber daya manusia dan akan sulit bagi kita untuk mencapai ketahanan pangan nasional. Generasi muda adalah kunci, dan pertanian modern adalah solusi untuk menarik generasi muda untuk terlibat dalam bisnis pertanian.

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat angka pertumbuhan pengguna internet di kawasan Indobesia Timur mencapai tingkat tertinggi dibanding kawasan lain di Indonesia, dan tercatat provinsi Sulawesi Utara adalah tertinggi dalam penggunaan komputer dan internet pada aktivitas bisnisnya (Anonimous, 2014). Salah satu contoh bentuk peran generasi muda dalam pengembangan bawang merah adalah dengan mencari peluang pasar bagi

produk bawang merah yang dihasilkan oleh petani baik pasar domestik maupun internasional. Pada era globalisasi ini, dunia bisnis menjadi semakin berkembang. Dapat ditandai dengan sektor industri retail yang semakin berkembang, termasuk juga bisnis berbentuk *e-commerce*. Dengan adanya perusahaan *e-commerce* sangat membantu memasarkan produk ini secara online, langkah ini diharapkan bisa memangkas jalur distribusi, mempercepat transaksi penjualan dan konsumen mendapat harga yang murah.

Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia) melalui survey yang dilakukannya tahun 2016, jumlah pengguna internet di Indonesia tahun 2016 adalah 132,7 juta pengguna atau sekitar 51,1% dari total jumlah penduduk Indonesia. Jumlah ini meningkat 44,6 juta pengguna atau 50,6% selama 2 tahun terakhir, karena data statistik pengguna internet di Indonesia yang diterbitkan tahun 2015 oleh APJII menunjukkan pada tahun 2014 yang hanya sebesar 88,1 juta pengguna dari total jumlah penduduk Indonesia. Sebesar 11% pengguna internet di Indonesia pada tahun 2014 mengakses internet untuk melakukan kegiatan jual beli secara online dan meningkat menjadi 62% pengguna internet yang melakukan jual beli secara online pada tahun 2016 (Yashinta, 2018).

Selanjutnya dikatakan kegiatan bisnis startup yang paling berkebang saat ini adalah *e-commerce*. Dengan pemaparan data tersebut dapat dilihat bahwa kegiatan *e-commerce* di Indonesia terus berkembang seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna internet. Sehingga terlihat adanya 139 peluang untuk mengembangkan bisnis berbentuk *e-commerce*. *E-commerce* juga saat ini banyak berkembang dan diminati oleh para pelaku usaha yang bergerak di sektor pertanian. Beberapa nama perusahaan *e-commerce* dalam sektor pertanian seperti: iGrow, Limakilo, TaniHub, Sikumis, Crowde, Pasar Laut, Inagriasia, Kecipir dan banyak perusahaan *e-commerce* lainnya.

Langkah-langkah Strategis

Program pengembangan bawang merah melalui pertanian modern di kabupaten Minahasa tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan pemerintah pusat dan daerah serta masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung adalah berupa bantuan permodalan, bibit dan ketersediaan pupuk di tingkat petani, sedangkan program tidak langsung berupa perbaikan infrastruktur irigasi dan saluran drainase.

Salah satu bentuk dukungan pemerintah daerah saat ini adalah melalui peran perbankan dalam hal ini Bank Indonesia, lewat Program Sosial Bank Indonesia (PBSI) dengan menyediakan seperangkat alat rumah pengering bawang di Kabupaten Minahasa. Rumah pengering Bawang (*inhouse drying*) dengan ukuran 7 m x 10 m mampu mengeringkan sampai 6 ton bawang merah. Rumah ini telah dimodifikasi, sumber panas berasal panas matahari (efek rumah kaca) suhu terkontrol, alat *blower* yang dipasang dikendalikan dengan tenaga listrik (Antara News, 2018). Alat pengering yang menggunakan tenaga listrik (oven) bisa meningkatkan kualitas bawang merah karena penggunaannya sangat steril, namun pengeringan ini juga memiliki kelemahan antara lain biaya operasional yang mahal tidak sesuai dengan sekala usaha tani, perawatan dan pengoperasian membutuhkan tenaga terampil (Wadli, 2005).

Dukungan kebijakan daerah 2017 lainnya dengan menetapkan Minahasa sebagai simbol "Kaki Gunung Soputan sebagai penyangga cabai dan bawang merah di Sulawesi Utara" meliputi tiga kecamatan di bawah kaki gunung Soputan yaitu: Kecamatan Tomapso, Tompaso Barat dan Tompaso Selatan.

Rencana Jangka Pendek

Salah satu strategi yang dapat ditempuh selain dukungan langsung maupun tidak langsung berupa rencana jangkah pendek diantaranya:

Pembinaan kelembagaan

Pembangunan kelembagaan sangat penting agar pengembangan bawang merah di Kab. Minahasa bisa berlangsung secara berkelanjutan. Kelembagaan yang bisa dibentuk antara lain:

Kelembagaan perbenihan, yang bergerak dalam bidang penyediaan benih yang berasal dari luar kelompok maupun yang diadakan sendiri oleh anggota kelompok. Saat ini di kecamatan Tompaso Barat ada 3 orang petani yang sudah mendapat sertifikasi penangkar benih khusus bawang merah dari pemerintah (BPSB Provinsi Sulawesi Utara) tapi kenyataannya baru 1 petani penangkar yang bisa berproduksi sampai saat ini. Sementara yang lain memiliki kendala permodalan dan teknis sehingga perlu pembinaan secara intensif.

Kelembagaan sarana produksi, yang akan mengelola penyediaan sarana produksi seperti pupuk kandang, dan pupuk buatan, pestisida dan lain-lain. Ketersediaan sarana produksi yang ada saat ini seperti kios saprodi sangat

membantu petani. Ada 3 (tiga) kios saprodi yang sudah tersedia yang menyiapkan sarana produksi seperti berbagai macam pupuk organik maupun anorganik, pestisida, alat tani dan lain-lain. Pengolahan pupuk organik dari kotoran ternak khususnya kuda dan sapi perlu dioptimalkan mengingat kawasan ini merupakan salah satu potensi ternak di kabupaten Minahasa.

Kelembagaan keuangan, yang berperan dalam pengelolaan dan pencarian sumber dana untuk modal usaha kelompok. Lembaga keuangan seperti bank BRI saat ini baru bisa memberikan modal usaha ke petani dengan jaminan seperti sertifikat, inilah salah satu kendala petani yang sebagian besar adalah petani penggarap yang tidak bisa memenuhi persyaratan ini.

Kelembagaan pemasaran yang mencari dan menyediakan peluang-peluang untuk memasarkan produk, baik untuk pasar tradisional, modern ataupun pasar ekspor. Dari segi pemasaran produk bawang merah sampai saat ini yang berperan adalah pasar tradisional. Produksi bawang merah di kabupaten Minahasa baru memasok kebutuhan konsumen pasar lokal seperti kota Manado, Bitung, Tomohon dan daerah sekitarnya. Diharapkan kedepan bisa berkontribusi kesekmen pasar luar negeri dengan bantuan perusahan starup seperti perusahan e-commerce.

Pengembangan jejaring perbenihan

Pengembangan jejaring perbenihan diperlukan agar kebutuhan benih bawang merah dapat dipenuhi secara merata. Lokasi penangkar berada disekitar kawasan pegembangan agar biaya benih dari pengkar ke petani bisa ditekan. Selain itu jejaring antara pengkar benih sehingga kebutuhan benih di satu lokasi bisa didukung oleh penangkar yang lain. Dari hasil pengamatan di lapangan jejaring perbenihan di Kabupaten Minahasa belum terbentuk, diperlukan pembinaan dari lembaga yang berwewenang agar dapat terbentuk dan berjalan sebagaimana yang diharapkan.

Penerapan teknologi budidaya yang baik (GAP)

Penerapan *Good Agriculture Practices* (GAP) sebagai acuan dalam mengelola usaha budidaya bawang merah diarahkan dalam rangka tercapainya produksi yang efisien dan berdaya saing, menghasilkan produk yang bermutu yang aman dikonsumsi dan diproduksi atas dasar berkelanjutan serta kelestarian sumberdaya alam pertanian. Penerapan GAP pada produk-produk hortikultrura di Kabupaten Minahasa termasuk bawang merah wajib

diterapkan, dari kenyataan saat ini masih jauh dari apa yang diharapkan. Tingginya penggunaan pestisida di tingkat petani yang mengejar target produksi tanpa mempertimbangkan kelestarian lingkungan dan mutu produk. Untuk itu peran BPTP sebagai UPT Badan Litbang di daerah serta instansi terkait untuk terus memberikan pendampingan teknologi mulai dari budidaya sampai pada pemasaran produk yang berkualitas.

Penyiapan sumberdaya manusia milenial, salah satu contoh yaitu lewat pendidikan dan pelatihan. Lewat dunia pendidikan yaitu meningkatkan mutu lulusan SMK-PP dan perguruan tinggi baik negeri dan swasta yang ada di Provinsi Sulawesi Utara yang tidak terlepas dari kurikulum pendidikan yang menekankan pada praktik lapangan dibandingkan dengan teori, sehingga lulusan memiliki kompetensi yang memadai. Pada pendidikan dasar SMK PP juga harus mendukung isu utama yang menjadi fokus pembinaan pendidikan menengah pertanian pada 2019 adalah "Revitalisasi Pendidikan Menengah Pertanian Unggulan Mendukung Pembangunan Pertanian".

Penyuluh pertanian dalam melakukan penyuluhan perlu mempunyai materi, metode dan media penyuluhan yang mudah dimengerti dan diketahui oleh petani sebagai masyarakat sasaran (Bahua, 2018). Materi, metode dan media penyuluhan tersebut disesuaikan dengan perkembangan jaman yang dapat menuntun petani untuk lebih mengetahui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian. Materi, metode dan media penyuluhan pertanian disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi petani dan usaha taninya yang membutuhkan inovasi perubahan dari penyuluh sebagai agen perubahan di bidang pertanian. Inovasi perubahan yang dimaksud adalah inovasi disruptif penyuluhan pertanian yang mempunyai makna mendasar bagi perubahan perilaku petani, terutama yang behubungan dengan budidaya pertanian, pengolahan hasil dan pemasaran di era revolusi industri 4.0 (Bahua, 2019).

Pentingnya pemerintah daerah untuk dapat merumuskan dan meletakkan agenda percepatan dan pengembangan infrastruktur di daerah potensial. Perlu adanya koordinasidan pola komunikasi sinergis antara pemerintah dan Badan Ekonomi Kreatif dalam menyusun regulasi e-commerce (Rohmani dan Suparno, 2018).

Rencana Jangka Panjang

Dalam rencana jangka panjang langkah utama yang perlu dilakukan meliputi optimalisasi sumberdaya alam, pengembangan sumberdaya insani yang berkompeten dan berkarakter, pengembangan system inovasi science dan bioenergineering, pengembangan infrastruktur pertanian, sistem industri pertanian dan layanan pertanian terpadu, pembentukan klaster rantai nilai bioindustri dan lingkungan pemberdaya bio-bisnis (Pasandaran et al., 2018).

Pentingnya investasi untuk meningkatkan konektivitas untuk mengurangi kesenjangan digital. Keadaan konektivitas yang tidak memadai akan membatasi penyebaran teknologi pertanian digital secara penuh disebagian besar wilayah pedesaan. Perbaikan kualitas jaringan internet yang memberikan kenyamanan bagi pelanggan sehingga mengakses teknologi bisa dimana saja. Menurut Susanti (2015), keterjangkauan akses internet bagi masyarakat desa menjadi bagian dari pemenuhan hak dasar berkomunikasi bagi masyarakat dan menjadi tanggung jawab pemerintah untuk menjamin kemerataannya. UU No. 36 tahun 2009 tentang Telekomunikasi mewujudkan upaya tersebut melalui bentuk Kewajiban Pelayanan Universal (KPU) atau secara internasional dikenal dengan istilah *Universal Service Obligation* (USO).

Internet merupakan sumber informasi, memberikan informasi data produktivitas, pembelian supplies, penjualan produk dan sebagainya. Internet juga memberi informasi kepada para petani dalam pemeliharaan tanaman dan hewan, pemberian pupuk, irigasi, ramalan cuaca dan harga pasaran. Manfaat internet menguntungkan para petani dalam hal kegiatan advokasi dan kooperasi. Internet juga bermanfaat untuk mengkoordinasikan penanaman agar selalu ada persediaan di pasar, lebih teratur dan harga jual normal. Jika para petani memerlukan informasi khusus yang tidak dapat segera dilayani para petugas penyuluhan pertanian, maka mereka bisa mendapatkan informasi tersebut dari internet (Fardi, 2015).

PENUTUP

Sistem usahatani bawang merah secara tradisional telah lama diusahakan secara turun temurun oleh petani di kecamatan Tompaso di kabupaten Minahasa. Mulai dari persiapan pengolahan lahan, penanaman, pemupukan, penyiangan sampai. Salah satu kendala terbesar dalam memproduksi bawang merah adalah ketersediaan benih unggul secara terus menerus, kebutuhan benih tinggi, dan mudah rusak. Sistem budidaya menggunakan biji TSS lewat

penggunaan alat alsintan merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan hasil bawang merah. Penerapan pertanian presisi di hulu seperti : pembukaan dan pengolahan lahan yang tepat, perawatan tanaman yang tepat, rekayasa kultivar dan pemilihan bibit dan penentuan waktu dan metode panen.

Sedangkan penerapan pertanian hilir seperti: pemilihan jalur transportasi dan pemilihan kemasan produk, sistem perencanaan ketahanan dan keamanan pangan, pengetahuan tentang segmen pasar dan sistem pelacakan.

Peran generasi muda di kabupaten Minahasa adalah membantu memasarkan produk ini secara *online* lewat aplikasi *e-commerce*, langkah ini diharapkan bisa memangkas jalur distribusi, mempercepat transaksi penjualan dan konsumen mendapat harga yang murah. Karena generasi muda memiliki keakraban dengan komunikasi, media, dan teknologi digital.

Salah satu bentuk dukungan pemerintah secara langsung dalam pengembangan bawang di kabupaten langsung adalah berupa bantuan permodalan, bibit dan ketersediaan saprodi tingkat petani, sedangkan program tidak langsung berupa perbaikan infrastruktur irigasi dan saluran drainase. Rencana jangka pendek yang perlu diambil adalah dengan pembinaan kelembagaan, antara lain: kelembagaan perbenihan, kelembagaan sarana produksi, kelembagaan keuangan, serta kelembagaan pemasaran yang mencari dan menyediakan peluang-peluang untuk memasarkan produk, baik untuk pasar tradisional, modern ataupun pasar ekspor dan pengembangan jejaring perbenihan, dan penerapan teknologi budidaya yang baik dan benar (GAP), penyiapan sumberdaya manusia milenial lewat peningkatan mutu lulusan SMKK PP dan perguruan tinggi yang ada di provinsi Sulawesi Utara, peningkatan kapasitas penyuluhan di daerah serta peran pemda dalam mempercepat pembagunan infrastruktur dan meningkatkan sinergis dengan Badan Ekonomi Kreatif dalam menyususn regulasi *e-commerce* di daerah.

Sedangkan rencana kedepan berupa optimalisasi sumberdaya alam, pengembangan sumberdaya insani yang berkompoten dan berkarakter, pengembangan sistem inovasi science dan bioengineering, pengembangan infrastruktur pertanian, system industri pertanian dan layanan pertanian terpadu, pembentukan klaster rantai nilai bioindustri dan lingkungan pemberdaya bio-bisnis dan perbaikan kualitas jaringan internet yang memberikan kenyamanan bagi pelanggan sehingga mengakses teknologi bisa dimana saja.

PUSTAKA

Amanda, E.C.R., K.B Seminar, M. Syukur, and R. Noguchi. 2015. Development of expert system for selecting tomato (*Solanum lycopersicum* L.) varieties. The proceedings of the 3rd International Conference on Adaptive and Intelligent Agroindustry (ICAIA) 2015.

Anonimous. 2014. Tribun.com. https://manado.tribunnews.com/2014/01/20/bps-sulawesi-utara-tertinggi-dalam-penggunaan-internet-di-indonesia.

Anonimous. 2018[a]. Sumatera Bisnis (http://sumatra.bisnis.com/read/20180709/452/814179/bawang-cabai-minahasa-topang-pasokan-ke-sulut).

Anonimous. 2018[b]. Statistik Gender Tematik. Profil Generasi Millenial Indonesia. Kerjasama Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak dan Badan Pusat Statistik.

Antara News. 2018. Upaya BI kendalikan inflasi melalui klaster produksi

Bahua, M.I. 2018. Managerial Competencies in Agriculture. European Research Studies Journal.Volume XXI, Issue 2, 2018. University of Piraeus, International Strategic Management Association. Greece - SIR Ranking of Greece. H-Index 19. Page: 623 – 629.

Banua, M.I., 2019. Inovasi Disruptif Penyuluhan Pertanian Di Era Revolusi Industri 4.0 . Prosiding Seminar Nasional di Era Distrupsi Teknologi "Managemen Perubahan Era Distruption. Ideas Publishing. ISBN : 978-602-5878-81-7

BPTP Sulut. 2017. Laporan Akhir Kegiatan Kemitraan Pengembangan Benih Lokal Bawang Merah Lansuna Mendukung Peningkatan Produksi di Sulawesi Utara. Manado (ID): BPTP Sulawesi Utara, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

BPSB. 2017. Deskripsi Bawang Lokal. Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih. Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara.

BP3K Kecamatan Tompaso Barat. 2014. Programa Penyuluhan Pertanian, Peternakan dan Kehutanan. Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara.

Dinas Pangan Sulut. 2016. Data Komposisi Pangan dan Gizi Penduduk Berdasarkan Data Survei Sosial Ekonomi Nasional Provinsi Sulawesi Utara. Manado (ID): Dinas Pangan Provinsi Sulawesi Utara.

Fardi, I. 2015. Manfaat Teknologi Informasi (TIK) Terhadap Bidang Pertanian dan Komunikasi. Surabaya (ID): Fakultas Ilmu Komputer Universal Naraton.

Hasanuddin A dan Purwandi L., (2017). Millennial Nusantara, Pahami Karakternya, Rebut Simpatinya. PT Grammedia Pustaka Ulama Kompas Grammedia Bulding Blok I Lt5 Jl Palmerah Barat 29-37 Jkt 10270 www.gm.id

Heriyanto, H., K.B. Seminar, M. Solahudin, I.D.M. Subrata, Supriyanto, Liyantono, R. Noguchi, and T. Ahmed. 2016. Water Supply pimping control system using PWM based on precision agriculture principles. International Agriculture Engineering Journal (IAEJ). 25(2):1-2.

Kompas, 2018. Kaki Gunung Sopotan Minahasa Kawasan Penyangga Cabai dan Bawang Merah, https://ekonomi.kompas.com/read/ 2018/07/08/ 102010526/kaki-gunung-sopotan-minahasa-kawasan-penyangga-cabai-dan-bawang-merah

Maemunah, dan M.S. Saleh. 2007. Potensi bawang merah untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas umbi bawang merah, Laporan akhir. Lembang (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Kementrian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.

Manadopostonline. 2018. https://manadopostonline.com/read/2018/10/ 25/2019-Distanakbun-Minut-Fokus-Kembangkan-Bawang-Merah/47933

Nurung, R.F., dan D. Pratiwi. 2011. Motivasi Petani Dalam Mempertahankan Sistem Tradisional Pada Usahatani Padi Sawah Di Desa Parbaju Julu Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, AGRISEP Vol. 10 No. 1 Maret 2011, ISSN: 1412-8837, hlm. 51-62.

Pasandaran, E., dan M. Syakir. 2017. Memperkuat Kemampuan Sistem Inovasi Pertanian, Dalam Menuju Pertanian Pertanian Moderen Berkelanjutan. Bogor (ID): IAARD Press.

Pizzuti, T., and G. Mirabelli. 2015. The global track & trace system for food: General framework and functioning principles. Journal of Food Engineering. 159: 16–35.

Pomidor. 2017. Berita Pertanian, Lingkungan dan UKM. http://pomidor.id /2017/11/transformasi-menuju-pertanian-modern/. Diakses tanggal 10 Juli 2019.

Pomidor. 2018. Berita Pertanian, Lingkungan dan UKM. https://pomidor.id/2018/07/program-pengembangan-pertanian-modern-untuk-sejahterakan-petani/. Diakses tanggal 10 Juli 2019.

Rahmi, F. 2017. Budidaya Bawang Merah (Allium Cepa Var.Aggregatum). Pada Lahan Kering Menggunakan Irigasi Spray Hose Pada Berbagai Volume Irigasi dan Volume Irigasi. [Tesis]. Bogor (ID): Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Rohmani, S.A., dan H. Suparno. 2018. Pertanian Digital Dalam Membangun Pertanian Modern di Era Industri 4.0. Bagian dari Buku Sinergi Inovasi Kebijakan Dan Teknologi Menuju Kesejahteraan Petani. Badan Litbang Pertanian. Jakarta (ID): IAARD Press. hlm. 233-276.

Rowe, H.B. 2012. Market Segmentation Using K-Means Cluster Analysis. http://www.rowequality.com/sites/default/files/Market_Segmentation_Using_Kmeans.pdf.

Rusli, S.J., dan I. Krisnadi. 2019. Manajemen Perubahan Smart Farming. Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Pascasarjana, Universitas Mercu Buana, E-mail: garciasergius@gmail.com.

Satria, A. 2019. https://news.detik.com/kolom/d-4400413/menyiapkan-pertanian-40.

Sembiring, A. P. 2013. Pemanfaatan Mulsa Plastik Hitam Perak (MPHP) dalam Budidaya Cabai (*Capsicum annum L*). http://www.scribd.com/doc/82000378/Pemanfaatan-Mulsa-PlastikHitam-Perak-MPHP-Dalam-Budidaya-CabaiCapsicum-annum-L.

Seminar, K.B. 2016[a]. Sistem Pertanian Presisi Dan Sistem Pelacakan Rantai Produksi Untuk Mewujudkan Agroindustri Berkelanjutan. [Orasi Ilmiah]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Seminar, K.B. 2016[b]. Food chain transparency for food loss and waste surveillance. Journal of Developments in Sustainable Agriculture (JDSA). 11(1): 17–22.

Sidolitkaji, 2019. Myagri: Informasi Hortikutura Dalam Genggaman (http://babel.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/4-info-aktual/917-myagri-informasi-hortikultura-dalam-genggaman). Diakses tanggal 10 Juli 2019.

Solahudin M. 2010. Pengembangan Metode Pengendalian Gulma Pada Pertanian Presisi Berbasis Multi Agen Komputasional. [Disertasi]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Solahudin, M., K.B. Seminar, I.W. Astika, dan A. Buono. 2010. Pendektesian kerapatan dan jenis gulma dengan metode Bayes dan analisis dimensi fraktal untuk pengendalian gulma secara selektif. JTEP. 24(2): 129-135.

Sumarni, N., R. Rosliani, dan Suwandi. 2012. Optimasi jarak tanam dan dosis pupuk NPK untuk produksi bawang merah dari benih umbi mini di dataran tinggi. J. Hort. 22 (2): 148-155.

Susanti, A. 2015. Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Perilaku Penggunaan Internet Masyarakat Desa Pasar Vi Kualanamu, Deli Serdang Sumatera Utara. Jurnal Penelitian Pos dan Informatika (JPPI). 5(1): 65 – 86.

Supartoyo.Y.H.,, 2019. Pertanian Presisi Berbasis Digital Era 4.0, https://www.kompasiana.com/yesisupartoyo/5cde57186db84319a67f1b82/ pertanian-presisi-berbasis-digital-era-4-0?page=all

Tikmani, J., S. Tiwari, and S. Khedkar. 2015. An Approach To Customer Classification Using k-men. Iternational Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. 3(11): 10542-10549.

Yashinta, A. 2018. Model bisnis E-commerce Produk Pertanian. [Studi kasus pada PT. Limakilo Maju Bersama petani]. Bandung (ID): Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Pertanian Presisi Mendukung Pengembangan Agroindustri Pala di Sulawesi Utara

Meivie Lintang, Joula Sondakh Dan Payung Layuk

Pala (*Myristica fragrans* Houtt) merupakan tanaman rempah asli Indonesia, tumbuh dengan baik di daerah tropis. Selain di Indonesia terdapat pula di Amerika, Asia dan Afrika, dikenal sebagai "king of spices" oleh karena merupakan produk rempah rempah tertua dan tanaman ini mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan berorientasi eksport (Dinar et al., 2013; ITCP Milan, 2013).

Indonesia adalah pengekspor pala terbesar di dunia, diperkirakan 85% pala dunia berasal dari Indonesia. Sisanya dipasok oleh Grenada, India, Sri Lanka, dan Papua Nugini (Suryadi, 2017). Tingginya produksi Pala Indonesia menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara produsen serta eksportir Pala di dunia. Produktivitas pala di Indonesia selama tahun 2007-2016 perkembangannya cenderung meningkat, pada periode tersebut naik rata-rata sebesar 8,83% per tahun. Pada tahun 2007 produktivitas pala Indonesia sebesar 241 kg/ha dan mengalami peningkatan hingga mencapai produktivitas tertinggi pada tahun 2016 sebesar 489 kg/ha (Indarti, 2016).

Ekspor Pala Indonesia sebagian besar ditujukan ke Eropa, Vietnam, Belanda, Amerika Serikat dan India. Menurut Hadiyanto dan Suminto (2018), Indonesia merupakan negara pengekspor terbesar produk pala di Uni Eropa. Produk pala Indonesia mencakup produk dengan kode HS yaitu HS 090811, 090812, 090821, dan 090822 terkait dengan produk biji pala dihancurkan, biji pala utuh, bunga pala dihancurkan, dan bunga pala utuh. Ekspor pala Indonesia (kode HS 090811, 090812, 090821, dan 090822) ke Uni Eropa mencapai puncaknya pada tahun 2011 dengan nilai 61058 ribu US Dollar. Jika dilihat dari penguasaan pasar, market share pala dan bunga pala utuh sebesar

63,42% dan 77,74% sedangkan market share pala dan bunga pala olahan sebesar 34,87% dan 47,75%. Secara umum Indonesia lebih mendominasi perdagangan pala dan bunga pala utuh (HS 090811 dan 090821) daripada produk pala dan bunga pala olahan (HS 090812 dan 090822).

Di Indonesia, berdasarkan data rata-rata produksi pala Indonesia tahun 2012-2016, sentra produksi pala terdapat di 5 (lima) provinsi, yaitu Aceh, Maluku Utara, Sulawesi Utara, Maluku dan Papua Barat. Propinsi Sulawesi Utara menempati urutan ketiga penyumbang produksi pala di Indonesia dengan kontribusi sebesar 14,79% (Indarti, 2016). Diperkirakan produksi pala akan terus meningkat hingga tahun 2020 dan saat ini, peningkatan produksi dilakukan melalui intensifikasi tanaman Pala seluas 200 hektar di tahun 2018, sehingga diperkirakan luasan lahan yang ditanami komoditas ini mencapai 17.000 hektar (Indarti, 2016; Litbang Pertanian, 2018).

Pala mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Rodianawati et al., 2015) dan memegang peranan sangat penting bagi perekonomian masyarakat di berbagai wilayah terutama yang berada di Kawasan Timur Indonesia. Tanaman pala merupakan tanaman yang memiliki keunggulan komparatif karena berumur panjang, daunnya tidak pernah mengalami musim gugur sepanjang tahun sehingga baik untuk penghijauan dan dapat tumbuh dengan pemeliharaan minim. Dengan demikian potensi pala cukup kompetitif dan dapat diandalkan dalam membantu pertumbuhan perekonomian di daerah sentra produksi termasuk di Sulawesi Utara.

Di Sulawesi Utara dari lima sektor pertanian, sub-sektor perkebunan merupakan sub-sektor terbesar kontribusinya dalam perekonomian daerah dan komoditi perkebunan yang berperan penting adalah pala terutama produk biji pala dan fuli. Data ekspor biji pala tahun 2019 (data Agustus 2019) mencapai 3.769.398 US$ dengan volume ekspor 624.600 kg, fuli pala 1.376.332 US$ dengan volume ekspor 114.740 kg dan daging buah pala kering 164.439 US$ dengan volume ekspor 87.120 kg (Disperindag Sulut, 2019).

Selain pengembangan produk pala yang arahnya ke pasar ekspor, maka di Sulawesi Utara telah dikembangkan produk-produk olahan pala seperti anggur, selai, sirup dan manisan pala dan saat ini sudah merambah pada produk minyak pala. Beberapa daerah telah ditetapkan sebagai kawasan tanaman Pala seperti Kota Bitung, Kabupaten Minahasa Utara, Kabupaten Kepulauan Sitaro, Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Kabupaten Kepulauan Talaud.

Dalam usahatani tanaman pala, produksi pala sangat dipengaruhi oleh sistem budidaya dan penanganan pasca panen. Petani yang melakukan peremajaan pala masih kurang karena keterbatasan bibit. Penyediaan bibit merupakan faktor yang berpengaruh dan umumnya petani menggunakan bibit belum tersertifikasi. Selain tahapan budidaya, penanganan pascapanen merupakan bagian vital yang menentukan kualitas pala Indonesia. Kualitas pala salah satunya ditentukan dengan kadar air produk, apabila di ambang batas berimplikasi meningkatkan peluang pertumbuhan jamur yang mungkin menghasilkan aflatoksin. Parameter aflatoksin menjadi salah satu batu sandungan bagi pala Indonesia yang kerap ditolak di pasar Uni Eropa.

Persyaratan minimal yang ditetapkan Uni Eropa terkait kandungan aflatoksin tidak dapat dipenuhi oleh Indonesia. Pala Indonesia dijual dengan harga lebih murah dibandingkan dengan Grenada dan India sebagai dua Negara pesaing Indonesia sebagai penghasil pala, karena kualitas komoditasnya lebih rendah. Berdasarkan data dari Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) bahwa selama periode tahun 2000-2016, pala dari Indonesia yang terdeteksi terkontaminasi aflatoksi adalah 80 kasus, India 50 kasus sementara Srilanka 4 kasus dan Grenada 2 kasus (Supriadi, 2017).

Ekspor pala Indonesia ke Uni eropa mengalami tren penurunan, yaitu nilai ekspor turun menjadi 33.129 ribu US$ Dollar dari tahun 2007-2016 terutama nilai ekspor pala Indonesia untuk produk HS 090811, 090812,090821, dan 090822. Penyebab penurunan nilai ekspor terutama terkait dengan kasus penolakan diakibatkan kandungan aflatoxin pada produk pala organik. Berdasarkan Rapid Alert System Food and Feed yang dipublish oleh Uni Eropa, dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, Indonesia mengalami kasus penolakan tertinggi sekitar 9-10 kasus terutama untuk produk dengan tujuan ekspor ke Belanda. Sebanyak 73% terjadi kasus penolakan pala tujuan Uni Eropa. Menurut salah seorang eksportir pala asal Minahasa Utara, sejak adanya isu aflatoksin pada pala Indonesia diekspor ke pasar Eropa akhir tahun 2011, volume ekspor dan harga pala Indonesia menurun. Harga jual ekspor pala menurun dari sekitar US$20.000 per ton menjadi US$16.500 per ton. Secara global, penurunan permintaan pasar Uni Eropa terhadap pala Indonesia mencapai 43%, dari 41 juta euro menjadi 23 juta euro pada 2012 (Balitro, 2018).

Laporan Ditjenbun Kementrian Pertanian (ILOPCdP2 UNDP, 2016) memaparkan bahwa umumnya tahapan pasca panen masih dilakukan petani secara tradisional mulai dari tahap pemetikan sampai tahapan penyimpanan.

Pencemaran kapang toksigenik pada saat pemanenan dan pasca panen diduga turut andil dalam meningkatkan kadar aflatoksin pada pala (Citanirmala, 2016). Di Sulawesi Utara ditemukan bahwa biji pala pada semua level rantai pasokan, yaitu petani, kolektor dan eksportir tercemar oleh aflatoksin.

Di Sulawesi Utara ditemukan bahwa biji pala pada semua level rantai pasokan, yaitu petani, kolektor dan eksportir tercemar oleh aflatoksin. Total aflatoksin pada tingkat petani sebanyak 141 μg/kg, pedagang pengumpul 2 μg/kg dan eksportir 50 μg/kg. Hal itu mungkin terjadi karena teknologi pascapanennya belum optimal terutama kadar air biji pala masih cukup tinggi (sekitar 10%) dan jumlah pala yang rusak (70-76%). Standar perdagangan pala di Eropa yaitu total aflatoksin (B1+B2+G1+G2) maksimal 10 μg/kg dan jenis aflatoksin B1 maksimal 5 μg/kg (Balitro, 2018; Layuk, 2018). Pola budidaya dan penanganan pasca panen yang belum optimal tentunya sangat mempengaruhi produktivitas dan mutu pala Indonesia, sementara saat ini permintaan pala organik menjadi trend pasar Eropa, sehingga mutu sangat menjadi perhatian.

Buah pala dikenal juga sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan multiguna, selain dari biji dan fuli yang telah dikenal sebagai komoditi ekspor, bagian lain dari buah ini dapat dimanfaatkan untuk industri makanan, minuman maupun kosmetika. Peluang ini menyebabkan komoditi pala dapat menggerakan agroindustri baik skala kecil maupun skala besar. Pengembangan agroindustri sangat dipengaruhi oleh manajemen rantai pasok, dan dalam pengembangannya, teknologi informasi (TI) merupakan salah satu fasilitator utama keunggulan strategis rantai pasok (Tutuhatunewa et al., 2015)

Pengembangan agroindustri pala saat ini di Sulawesi utara belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi informasi secara digital. Informasi potensi dengan sistem GIS belum diterapkan oleh stakeholder, tahapan pasca panen pala bersifat tradisional dan peluang pasar belum diakses secara digital dan terintegrasi. Petani pala di Sulawesi Utara umumnya masih secara konvensional dalam mendapatkan informasi tentang teknik budidaya baik pembibitan dan kegiatan peremajaan, teknik penanganan hasil, potensi pengembangan agroindustri pala dan peluang pemasarannya. Untuk itulah diperlukan pembahasan secara mendalam tentang peluang pengembangan agroindustri pala di Sulawesi Utara di era 4.0

Mutu pala yang sesuai standar pangsa pasar internasional sangat juga dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan petani baik dari segi budidaya maupun sampai tahapan pasca panen. Hal ini tentunya terkait dengan kemampuan

akses petani terhadap teknologi dan informasi dan ketersediaan sarana serta informasi yang menunjang. Tulisan ini memaparkan tentang inovasi pengembangan agroindustri pala di era 4.0 di Sulawesi Utara, tantangan dan peluang pengembangan pertanian presisi dalam meningkatkan pendapatan petani pala.

PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI PALA DI MASA TRANSISI MENUJU PERTANIAN MODERN

Wilayah di Sulawesi Utara sebagai penghasil pala adalah kabupaten Minahasa Utara, kabupaten Kepulauan Sangihe, kabupaten kepulauan Talaud dan kabupaten Kepulauan Sitaro. Komoditi pala di nilai sangat sesuai di Kepulauan Sitaro, karena tanaman pala merupakan tanaman perkebunan yang paling dominan di daerah tersebut, disamping tanaman cengkeh Wauran (2018). Tabel 1 menunjukkan luas tanaman pala (perkebunan rakyat) di Sulawesi Utara tahun 2017.

Luas areal penanaman pala saat ini di Sulawesi Utara semakin berkembang dengan adanya bantuan bibit dari Pemerintah untuk tahun 2017 dan 2018, sehingga perlu dipersiapkan produk handal yang bernilai ekspor. Produk utama yang dihasilkan dari pala di Sulawesi Utara selain dari biji dan fuli adalah produk minyak atsiri serta hasil olahan daging buah seperti daging buah pala kering, manisan, sirup, selai, dodol, dan permen. Biji dan fuli pala digunakan sebagai rempah dan juga obat, sedangkan daging buah digunakan sebagai pangan maupun minuman fungsional penghasil antioksidan. Minyak pala dapat diperoleh dengan cara menyuling biji pala muda ataupun fuli, produknya bermanfaat untuk industri obat-obatan, kosmetik, sabun, parfum, aromaterapi dan pestisida nabati (Balitro, 2018).

Tabel 1. Luas tanaman pala perkebunan rakyat di Sulawesi Utara, 2017

Kabupaten/ Kota	Luas Tanaman Pala Perkebunan Rakyat (Hektar)							
	Belum Menghasilkan		Menghasilkan		Tidak Menghasilkan		Jumlah	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Bolmong	541.99	551.59	91.40	91.40	3.60	3.60	636.99	646.59
Minahasa	126.50	126.50	220	220	9.50	9.50	356	356
Kep. Sangihe	1550	1573	2528.05	2513.95	143.35	273.85	4221.40	4360.80
Kep.Talaud	1594.46	1825.96	2620.85	2620.85	1052.73	1052.73	5268.04	5499.54
Minsel	344	344	90.40	90.40	8.50	8.50	442.90	442.90
Minut	1197.89	1197.89	603.25	603.25	40.77	40.77	1841.91	1841.91
Bolmong Utara	34.21	34.21	18.52	18.52	36.11	36.11	88.84	88.84
Kep. Sitaro	1595.93	1595.93	2012.62	2012.62	346.33	346.33	3954.88	3954.88

Kabupaten/ Kota	Luas Tanaman Pala Perkebunan Rakyat (Hektar)							
	Belum Menghasilkan		Menghasilkan		Tidak Menghasilkan		Jumlah	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Mintara	350.77	350.77	136.99	136.99	11.20	11.20	498.96	498.96
Bolmongsel	173.53	173.53	39.07	39.07	-	0	212.60	212.60
Bolmongtim	685.60	685.60	34.16	34.16	-	0	719.76	719.76
Kota Manado	-	0	-	0	-	0	-	0
Bitung	342.25	339.27	289	282.70	-	69.30	631.25	691.27
Kota Tomohon	9.23	19.23	5.30	5.30	1	1	15.53	25.53
Kt. Kotamobagu	52.50	52.50	22.50	22.50	-	0	75	75
Sulawesi Utara	-	8869.98	8712.11	8691.71	1653.09	1852.89	18964.06	19414.58

Sumber : BPS Sulut (2018).

Petani pala di Sulawesi Utara memperoleh pendapatan dari buah pala, terutama dari biji pala dan fuli dibandingkan dengan daging buah pala. Biji pala diklasifikasikan berdasarkan *grade*/kelas biji pala, yaitu biji pala kelas A, biji pala kelas B, dan biji pala kelas C dengan harga jual biji pala bervariasi berdasarkan kelas biji pala (Kaunang, 2014). Dalam berusahatani pala, petani umumnya masih bersifat tradisional dan perorangan sehingga belum kearah pertanian modern.

Pertanian modern pada dasarnya adalah usaha pertanian yang memanfaatkan teknologi terbaru yang sesuai dengan agroekologi dan sosial ekonomi petani, produktif-efisien dan menguntungkan petani (Sumarno, 2017). Untuk mencapai kearah tersebut perlu dilakukan analisis permasalahan yang ada dalam pengembangan agroindustri pala, peluang peningkatan nilai tambah dari usaha eksisting di petani saat ini dan tahapan-tahapan yang harus dilakukan.

Permasalahan Pengembangan Agroindustri Pala

Agroindustri dapat memperluas kesempatan kerja di pedesaan, tidak hanya pada usaha tani, tetapi juga di luar usaha tani termasuk dalam penanganan pascapanen, pengemasan, pengolahan, transportasi, dan pemasaran. Salah satu penentu keberhasilan agroindustri adalah tercapainya standar mutu produk sesuai yang ditetapkan baik di tingkat nasional maupun internasional.

Penerapan standardisasi terhadap produk baik bahan baku (segar) maupun olahan, juga pada proses dan peralatan, akan meningkatkan daya saing di pasar domestik, regional, dan global. Globalisasi pemasaran akan berdampak

pada peningkatan pendapatan sektor pertanian dan kinerja ekonomi nasional, melalui pemantapan dan peningkatan daya saing produk pertanian nasional (Abbas dan Suhaeti, 2016).

Standar Nasional Indonesia biji pala yang ada saat ini belum dapat di terapkan seluruhnya disebabkan keragaman varietas biji pala yang dihasilkan setiap daerah dan hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi petani di daerah. Berdasarkan hasil dilapangan pala dengan tingkat keragaman yang tinggi namun kuantitasnya rendah tidak dapat memenuhi standar SNI yang ditetapkan (Dinar et al., 2013). Proses agroindustri pala yang menghasilkan produk primer dan olahannya yang sesuai dengan permintaan pasar di Sulawesi Utara terdapat masalah dan kendala yang ditemui mulai dari tahapan proses di hulu sampai di hilir.

Permasalahan Tahapan Budidaya

Pada tahapan budidaya sistem usahatani yang dilakukan umumnya masih bersifat tradisional. Meskipun pala merupakan komoditi unggulan, namun usaha tani pala rakyat masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh: (a) sebagian tanaman tua/rusak dan tidak produktif; (b) belum menggunakan benih unggul; (c) belum menerapkan teknologi budidaya sesuai anjuran; dan (d) gangguan hama penyakit. Sementara rendahnya produktivitas pala juga mengakibatkan produksi pala menjadi kurang maksimal (Indarti, 2016).

Hasil penelitian dari Legoh et al. (2017) di Kabupaten Sangihe pada umumnya benih yang digunakan untuk dijadikan bibit bukan berasal dari pohon induk melainkan berasal dari biji sapuan. Jarak tanam yang diterapkan oleh petani masih sangat bervariasi yaitu 4 m x 4 m, 5 m x 5 m, 9 m x 9 m, 10 m x 10 m sedangkan yang lainnya masih tergantung dari tanaman kelapa dan cengkeh sebagai tanaman utama.

Pada umumnya petani tidak melakukan pemupukan karena kurangnya pengetahuan petani dalam hal pemupukan. Meskipun ada petani yang mendapat bantuan pupuk, pupuk hanya digunakan untuk memupuk tanaman lain. Sebagian besar tanaman pala di daerah tersebut terserang hama dan penyakit dan pengendaliannya sebagian besar masih dilakukan secara mekanik. Sedangkan hasil kajian Kindangen et al. (2016) menyatakan bahwa di

kabupaten Sitaro benih yang digunakan masih benih lokal, jarak tanaman pala terlalu dekat. Keengganan petani menggunakan saprodi serangan hama dan penyakit, pemberian pupuk organik dan belum/ tersedia.

Permasalahan Tahapan Panen dan Penanganan Hasil

Penyebab permasalahan penerapan teknologi pascapanen pada petani kecil antara lain (1) terbatasnya pengetahuan petani tentang teknologi; (2) terbatasnya aksesibilitas petani terhadap teknologi; (3) kurangnya minat petani untuk menerapkan teknologi; (4) lemahnya posisi tawar petani terhadap tengkulak; dan (5) adanya mafia panen oleh perpanjangan tangan tengkulak dalam bentuk kelompok panen (Abbas dan Suhaeti, 2016). Tahapan pasca panen yang berperan adalah tahapan penyortiran dan tahapan pengeringan.

Petani Sulawesi Utara umumnya mengeringkan biji pala yang telah dipisahkan dari daging buah dan fulinya dikeringkan dengan menggunakan tenaga sinar matahari. Proses pengeringan biji pala dapat berlangsung selama satu minggu. Biji pala yang telah kering ditandai dengan terlepasnya bagian kulit biji dari isi biji. Dalam proses pengeringan biji pala, petani menggunakan alat bantu terpal plastik atau karung yang berfungsi sebagai pengalas dalam proses penjemuran biji pala (Kaunang, 2014). Di beberapa daerah kawasan pengembangan sudah ada bantuan dari pemerintah berupa rumah pengering, namun belum semua digunakan secara optimal, sebagian tidak dapat dioperasikan dan petani belum terbiasa menggunakannya.

Layuk (2018) menyatakan bahwa petani dan pedagang pala pada umumnya belum memperhatikan masalah penyortiran. Penyortiran pada umumnya dilakukan para pengusaha eksportir dan penyulingan minyak pala. Permasalahan di petani karena letak kebunnya yang berjauhan dari tempat eksportir. Penyebab lainnya adalah masih kurangnya tingkat pengetahuan petani akan teknologi ini.

Pemisahan berdasarkan mutu pala ditingkat petani umumnya dilakukan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan turun menurun serta belum optimal dilakukan. Ditingkat pedagang pengumpul proses dilakukan dengan pengamatan langsung memisahkan antara biji pala utuh dengan biji pala pecah atau rusak. Untuk pengujian mutu fisik, selama ini masih menggunakan cara-cara visual (kasat mata) atau peralatan sederhana semi mekanis.

Cara-cara seperti ini sangat lambat dan menyebabkan bias yang sangat tinggi. Proses pengujian mutu secara langsung juga membutuhkan waktu relatif lama dan tenaga kerja dalam jumlah banyak, tidak dapat dilakukan secara terus menerus disebabkan kelelahan fisik, dengan tingkat subyektifitas tinggi. Hal ini yang menjadi alasan petani pala tidak melakukan proses pemisahan atau sortasi disebabkan waktu, tenaga serta biaya yang dibutuhkan tidak tersedia. Hal ini mengakibatkan harga biji pala ditingkat petani menjadi rendah.

Layuk (2018) juga menyatakan bahwa dalam penanganan pasca panen pala di Sulawesi Utara terdapat beberapa titik kritis yang sangat mempengaruhi kualitas, yaitu titik kritis di tingkat petani saat pengeringan awal, di tingkat pengumpul dalam hal pengeringan lanjutan dan penyimpanan dan terakhir titik kritis di tingkat eksportir. Apabila dari tingkat petani sudah terdapat kontaminasi dengan presentase lebih dari 10% maka produk yang akan dihasilkan tidak akan sesuai standar mutu yang dipersyaratkan.

Dalam pengolahan produk pala selain dari biji dan fuli, proses sangat tergantung pada bahan baku yang digunakan, terutama dalam pengolahan menjadi produk pangan seperti sari buah, manisan, dodol dan produk olahan lanjutan lainnya. Petani kadang-kadang hanya mengolah daging buah pala dari buah yang telah afkir yang tidak disadari sudah terkontaminasi dengan aflatoksin, sehingga perlu diperhatikan keamanan pangan dalam penyediaan bahan baku.

Permasalahan Pemasaran

Berdasarkan hasil penelitian Runtuwene et al. (2015) di kecamatan Kendahe Kabupaten Kepulauan Sangihe selain masalah bibit dan penanganan pasca panen, hal penting yang juga menjadi permasalahan adalah rantai pasokan pala terutama di tingkat petani yang produksinya masih terbatas umumnya sangat tergantung pada pedagang pengumpul, seperti tersaji pada Gambar 1.

Sumber : Runtuwene et al. (2015).

Gambar 1. Pola desain jaringan Pala di Kecamatan Kendahe

Manajemen rantai pasokan adalah sebuah proses dimana produk diciptakan dan disampaikan kepada konsumen dari sudut struktural. Sebuah rantai pasokan merujuk kepada jaringan yang rumit dari hubungan yang mempertahankan organisasi dengan rekan bisnisnya untuk mendapatkan sumber produksi dalam menyampaikan kepada konsumen.

Di kabupaten Sangihe desain jaringan manajemen rantai pasok pala di Kecamatan Kendahe berawal dari hulu (petani), pedagang pengumpul 1 di Tahuna, pedagang pengumpul 2 di Manado, kemudian industri. Pada awalnya petani harus menunggu selama kurang lebih 3 bulan untuk bisa memanen buah pala. Biasanya para petani pemilik perkebunan pala harus mencari tenaga kerja sebagai petani penggarap pala

Setelah pala sampai di pengumpul maka pala diturunkan dan dicek kualitas (kadar air yang terkandung dalam pala) dan ditimbang. Setelah ada kesepakatan antara petani dan pedagang pengumpul barulah dilaksanakan transaksi (Runtuwene et al., 2015).

Petani umumnya belum mempunyai akses langsung ke pihak industri, sehingga harga masih diatur oleh pedagang, dalam jaringan manajemen rantai pasok yang ada saat ini menunjukkan bahwa para petani sangat dirugikan. Para pedagang pengumpul paling banyak menikmati hasil dalam usaha pala ini dibandingkan dengan para petani yang ada. Oleh karena itu adanya informasi akses pasar secara digital sangat diperlukan.

Peluang Peningkatan Nilai Tambah Produk Tanaman Pala

Selain dari fuli dan biji pala, pala juga memiliki berbagai macam produk turunan yang memberikan nilai ekonomi untuk pertumbuhan suatu wilayah (Pangalima et al., 2016), dan sebagai produk andalan dari komoditas pala yang berpotensi potensi untuk dijadikan produk ekspor adalah minyak pala dan minuman melalui hilirisasi. Pada bulan Juni 2015, Tim dari Uni Eropa telah berkunjung langsung ke P. Siau sebagai daerah utama penghasil Pala Sulut dan salah satu penghasil utama Pala nasional untuk menjajaki rencana hilirisasi komoditas Pala diantaranya minyak pala.

Petani yang mengolah daging buah pala masih kurang karena umumnya daging buah pala dibiarkan saja oleh petani padahal berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk pangan. Berbagai produk yang sudah dikenal Antara

lain manisan pala, sirup pala, selai, permen dan dodol. Pengolahan daging buah pala menjadi produk pangan akan meningkatkan nilai ekonomi daging buah pala yang selama ini hanya merupakan limbah (Nurjanah, 2007).

Daging buah pala selain untuk produk konvensional juga dapat diolah menjadi pektin sebagai bahan baku industri pangan. Pektin dapat diolah lebih lanjut diantaranya sebagai bahan baku pengemas edibel yang dapat melapisi berbagai produk pangan siap santap seperti buah terolah minimal, bahan pangan setengah basah dan buah utuh (Lintang, 2015).

Manisan pala merupakan produk olahan daging buah pala yang khas dan sebagai produk oleholeh dari daerah Sulawesi Utara. Produk manisan pala telah lama diproduksi di Sulawesi Utara, khususnya di kabupaten Minahasa utara diantaranya oleh UD Murni.keseluruhan biaya yang telah dikeluarkan oleh UD Murni dalam sekali produksi untuk manisan pala adalah sebesar Rp. 2.593.684 dan keuntungan yang di peroleh dalam sekali produksi adalah sebesar Rp. 9.407.350, (Mea, 2014). Bahan baku untuk pembuatan manisan pala adalah buah pala yang segar, oleh karena itu buah pala yang hendak dipanen sebaiknya berumur (6-7) bulan sejak berbunga.

Manisan pala terbagi menjadi dua yaitu manisan pala kering dan manisan pala basah.Perbedaan terdapat pada ukuran pala yang digunakan. Proses pembuatan manisan pala dengan cara merendam buah didalam larutan garam selama 1 – 2 malam. Perendaman menggunakan garam agar tidakterjadi pencoklatan saat dikupas.Setelah dikupas buah pala dibelah dan dibentuk seperti bunga.

Daging pala kemudian direndam dalam pengawet selama satu malam, selanjutnya direndam dalam larutan gula selama satu malam. Pala yang sudah direndam ditaburi dengan gula sambil diaduk, gula kembali ditaburi gula dengan membuka bunga yang sudah dibentuk.Pengeringan dapat dilakukan pada siang hari menggunakan panas matahari dan malam hari menggunakan oven (Deswantari, 2015).

Selain dari manisan daging buah pala dapat juga diolah menjadi sirup pala. Sirup pala dibuat dari perasan buah pala yang merupakan limbah daging buah atsiri pala. Minuman dari daging buah pala adalah produk dengan aroma yang khas. Namun rasa sepat dan getir yang disebabkan kadar tannin yang terdapat pada daging buah mengurangi tingkat penerimaan konsumen. Untuk mengurangi rasa sepat dapat dilakukan dengan perendaman dalam larutan

garam sebanyak 5% atau kapur 2% (Nurjanah, 2007). Suryatmi Retno Dumadi (2011) menyatakan pembuatan sirup pala yang dilakukan dengan cara dan peralatan sederhana, modal tidak terlalu besar, mempunyai peluang pasar yang sangat besar.

Proses pembuatan dilakukan dengan cara perendaman buah pala dengan konsentrasi garam 2,5%, pengendapan sari buah selama 1 jam dan penambahan gula dengan perbandingan sari buah dan gula pasir sebanyak 1 : 1. Sirup pala yang dihasilkan mempunyai kandungan vitamin C 1,22% dan kadar gula pereduksi 25,35%. Dengan diterapkannya pengolahan sirup pala maka hampir semua komponen pala dapat dimanfaatkan. Memberikan keuntungan finansial sebesar Rp. 10.000.- perbotol Keuntungan akan meningkat dengan luasnya pemasaran dan meningkatkannya produksi sirup pala.

Minyak pala merupakan salah satu dari lima jenis minyak atsiri yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total nilai ekspor minyak atsiri nasional. Kontribusi kelima jenis minyak atsiri tersebut mencapai angka 70% dari total nilai ekspor minyak atsiri nasional (Suwarni et al., 2013). Minyak pala mempunyai sifat dapat diperoleh dengan berbagai metode diantaranya dengan metode distilasi uap, distilasi air, distilasi uap air dan ekstraksi dengan menggunakan pelarut.

Metode penyulingan yang umum digunakan untuk memperoleh minyak pala adalah distilasi uap dengan alasan kecepatan dan kapasitas produksi minyak. Hasil penelitian dari Polii (2016) terhadap pengolahan pala siau didapatkan hasil bahwa jenis pala, agroklimat lokasi penanaman, umur panen, dan teknik penyulingan mempengaruhi kualitas minyak pala.Rendemen minyak atsiri (minyak biji pala) yang disuling dengan metoda penyulingan uap air pada tekanan 1 atmosfir dan lama penyulingan 14 jam adalah rata-rata 5,77% (Polii, 2016).

Sifat fisik minyak pala adalah jernih, kuning pucat atau kuning kehijauan dengan aroma khas pala. Minyak pala juga peka terhadap cahaya dan suhu, larut dalam alcohol namun tidak dalam air. Disamping minyak, pala juga mengandung lemak pala (fixed oil) yang dikenal dengan nama oleoresin atau mentega pala. Oleoresin tersusun oleh asam trymyristin (Marzuki et al, 2014).

Mencapai Standar Mutu Pala Negara – Negara Importir

Syarat mutu pala berdasarkan SNI 01- 2045-1990 (pala dengan batok), syarat mutunya hanya mengatur tentang kebersihan yang dilakukan dengan cara pengamatan visual. Untuk kriteria mutunya, dibagi menjadi dua, yaitu pengujian terhadap warna dan kilap serta jumlah biji per ½ kg Sementara SNI produk pala (SNI01-0006-1993) mengatur tentang syarat mutu produk pala seperti disajikan pada Tabel 2 dan persyaratan teknis Negara tujuan ekspor disajikan pada Tabel 3 dan pada Tabel 4 standar mutu fuli pala.

Tabel 2 Standar mutu biji pala Indonesia menurut SNI-0006-1993

Mutu Calibrated Nutmeg (CN)	Jumlah biji Pala/kg	Pecah rapuh	Syarat visual biji		Keseragaman maksimum	Kontaminasi jamur maks
			Keriput % maks	Berlubang % maks		
a. CN 60-65	66 – 71	0	2	3	seragam	10
b. CN 70-75	77 – 82	0	2	3	seragam	10
c. CN 80-85	88 – 93	0	2	3	seragam	10
d. CN 90-95	99–104	0	2	3	seragam	10
e. CN 100-105	110–115	0	2	3	seragam	10
f. CN 110-115	121–126	0	2	3	seragam	10
g. CN 120 ke atas	132 lebih	0	2	3	seragam	10
2. ABCD	maks. 121	0	2	3	Tidak seragam	10
3.Rimpel (keriput)	-	-	-	-	Tdk dipersyaratkan	10
4. B.W.P	-	-	-	-		10

Keterangan: CN = Calibrated nutmeg; ABCD = rata-rata dari biji pala berukuran tidak seragam B.W.P = Broken, Wormy, Punky; Sumber : Nurjanah (2007) dalam Dinar et al. (2013)

Tabel 3. Persyaratan Teknis Negara Tujuan ekspor Produk Pala

Negara	Persyaratan	Batasan
Belanda	Aflatoksin	B1 = 18,0 μg/kg - ppb
Belgia	Aflatoksin	B1 = 7,6 μg/kg - ppb
Finlandia	Aflatoksin	B1 = 9,7; Tot. = 10,5 μg/kg – ppb
Hungaria	Aflatoksin	B1 = 8,8 μg/kg - ppb) in nutmeg from Indonesia via the Netherlands
Italia	Insect	Infestation with insects of nutmeg
Jerman	Aflatoksin	B1: 24 - B2: 3,1 - G1: 0,9 G2: 0,5 - Total: 29 μg/kg – ppb
Portugal	Aflatoksin	B1 = 14.2; Tot. = 17.1 μg/kg - ppb) in ground nutmeg from Indonesia via Spain
Republik Cheznya	Aflatoksin	B1 = 21,9; Tot. = 30,3 μg/kg – ppb
Slovakia	Aflatoksin	B1 = 384,5; Tot. = 455,3 μg/kg - ppb in whole nutmeg from Indonesia, via the Netherlands and via Germany

Sumber: Penelitian Harmonisasi Standar Seratus Komoditas Prioritas Potensi Ekspor Indonesia, 2010 (Citranirmala, 2016).

Tabel 4. Persyaratan umum mutu fuli

Jenis uji	Persyaratan
Kadar air (% b/b)	Maks 10
Kotoran mamalia (mg/lbs)	Maks 3
Kotoran binatang lain (mg/lbs)	Maks 1
Benda asing (% b/b)	Maks 0,5
Serangga utuh mati (ekor)	Maks 4
Fuli berkapang(% b/b)	Maks 2
Cemaran serangga (% b/b)	Maks 1

Sumber : SNI-0006-1991 (Citranirmala, 2016).

Upaya yang dilakukan dalam mempertahankan kontribusi ekspor pala Indonesia di pasar Uni Eropa antara lain (a) penerapan teknologi pascapanen pala yang terkelola dengan baik dan terjangkau bagi petani kecil, (b) diversifikasi produk olahan pala untuk meningkatkan nilai tambah perdagangan, (c) perbaikan sarana fasilitas perdagangan untuk menurunkan *dwelling time* untuk mencegah penurunan mutu terutama kandungan aflatoksin, (d) dan pembinaan dan pendampingan manajemen budidaya yang tertata baik oleh pemerintah, (e) sosialisasi penanganan pala pasca panen kepada petani maupun pengepul pada setiap rantai distribusi pala di Indonesia, dan (f) penguatan infrastruktur standardisasi melalui Lembaga Sertifikasi Pangan Organik terutama untuk produk pala organik (Hadiyanto dan Suminto, 2018).

Transformasi Menuju Pertanian Presisi

Teknologi Pertanian Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Perkembangan ini sejalan dengan tuntutan global yang memang memaksa Indonesia harus membuat banyak perubahan dalam bidang teknologi pertanian. Perkembangan ini meliputi proses produksi di hulu hingga pengolahan di hilir.

Banyak aplikasi teknologi yang digunakan dalam industry pertanian modern di Indonesia yang bertujuan untuk mencapai hasil yang tinggi dengan biaya produksi yang rendah serta dapat mengurangi dampak pada lingkungan. Itulah yang sekarang pesat dikembangkan, pertanian presisi atau lebih kerennya disebut precision farming (Wijayanto, 2013).

Menurut Whelan dan Taylor (2013) Pertanian presisi adalah sistem pertanian terpadu berbasis pada informasi dan produksi, untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan profitabilitas produksi pertanian dari hulu ke hilir yang berkelanjutan, spesifik-lokasi serta meminimalkan dampak yang tidak diinginkan pada lingkungan.

Penerapan pertanian presisi dari hulu ke hilir dalam rantai produksi dan pasok produk pertanian dimulai dari menentukan dan melihat lahan yang sesuai berdasarkan kondisi tanah, iklim, dan air, dilanjutkan dengan ketepatan dalam menentukan metode pembukaan dan pengolahan lahan; metode dan waktu tanam; metode dan waktu irigasi dan perawatan tanaman; pemupukan yang tepat jenis, waktu, dan dosis; waktu dan metode panen; pengolahan pascapanen, transportasi, kemasan produk, pemilihan target pasar; serta penyajian makanan yang tepat fungsi

Pertanian presisi merupakan bagian dari Pertanian 4.0 merupakan konsekuensi dari adanya Revolusi Industri 4.0 yang dicirikan dengan berkembangnya teknologi baru seperti drone, robotik, kecerdasan buatan, dan internet of things (IoT). Berkembangnya Revolusi Industri 4.0 juga telah melahirkan corak masyarakat baru yang bisa disebut sebagai masyarakat pintar (smart Society), yang berbeda dari masyarakat sebelumnya, yaitu masyarakat agraris, industri, dan informasi.

Karena itu pertanian pun dituntut untuk bias menyesuaikan dengan perkembangan teknologi dan masyarakat baru itu (IPB Today, 2018). Peran sistem pertanian presisi (*precision agriculture system*) dan sistem pelacakan (traceability system) sangat kritis dan menentukan agroindustri yang berkelanjutan (Kudang, 2015)

Industri 4.0 adalah integrasi dari Cyber Physical System (CPS) dan Internet of Things and Services (IoT dan IoS) ke dalam proses industri meliputi manufaktur dan logistik serta proses lainnya. CPS adalah teknologi untuk menggabungkan antara dunia nyata dengan dunia maya. Penggabungan ini dapat terwujud melalui integrasi antara proses fisik dan komputasi (teknologi embedded computers dan jaringan) secara close loop.

Industri 4.0 menurut Prasetyo dan Sutopo (2018) adalah istilah untuk menyebut sekumpulan teknologi dan organisasi rantai nilai berupa smart factory, CPS, IoT dan IoS. Smart factory adalah pabrik modular dengan

teknologi CPS yang memonitor proses fisik produksi kemudian menampilkannya secara virtual dan melakukan desentralisasi pengambilan keputusan.

Posisi riset Industri 4.0 saat ini berada pada tahap pematangan konsep yang bertujuan agar konsep Industri 4.0 dapat diterapkan secara global tidak hanya di negara maju namun juga negara-negara berkembang. Seiring semakin matangnya konsep Industri 4.0 secara global, riset dengan metode terapan dan empiris diprediksi akan semakin berkembang guna menjawab tantangan realisasi teknologi Industri 4.0.

4IR mencakup beragam teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), wearables, robotika canggih, dan 3D printing. Indonesia akan berfokus pada lima sektor utama untuk penerapan awal dari teknologi ini, yaitu (i) makanan dan minuman, (ii) tekstil dan pakaian, (iii) otomotif, (iv) kimia, dan (v) elektonik. Sektor ini dipilih menjadi fokus setelah melalui evaluasi dampak ekonomi dan kriteria kelayakan implementasi yang mencakup ukuran PDB, perdagangan, potensi dampak terhadap industri lain, besaran investasi, dan kecepatan penetrasi pasar. Indonesia akan mengevaluasi strategi dari setiap fokus sektor setiap tiga sampai empat tahun untuk meninjau kemajuannya dan mengatasi tantangan pelaksanaannya.

Di Sulawesi Utara konsep pertanian presisi belum diterapkan oleh pelaku agroindustri pala, terutama dalam penerapan teknologi baik penentuan panen, pengeringan produk dan penyortiran. Demikian pula dengan sistem pemasaran, petani belum menjadikan sarana internet sebagai sumber informasi pemasaran. Hasil penelitian dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Penyelenggaraan Pos dan Informatika (2014) bahwa di Sulawesi Utara dari sejumlah petani yang menjadi responden maka petani yang memiliki fasilitas HP untuk internet sebesar 7,4% dan yang tidak 92,6%, hal ini menunjukkan masih kurangnya jumlah petani yang mengakses informasi lewat internet. Dari hasil penelitian ini didapatkan jumlah petani yang mengharapkan dapat mengakses informasi lewat internet adalah 68,6% dan lewat mobile phone adalah 42,9%. Dengan demikian minat petani untuk dapat menggunakan internet untuk kegiatan usahataninya cukup tinggi.

Hasil penelitian survey oleh Puskakom (2014) menyatakan bahwa ada tiga alasan utama orang Indonesia menggunakan internet. Tiga alasan itu adalah untuk mengakses sarana sosial/komunikasi (72%), sumber informasi harian (65%), dan mengikuti perkembangan jaman (51%). Tiga alasan utama mengakses internet itu dipraktikan melalui empat kegiatan utama, yaitu

menggunakan jejaring sosial (87%), mencari informasi (69%), instant messaging (60%) dan mencari berita terbaru (60%).Hasil sensus pertanian yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan penggunaan internet di kabupaten kota di Sulawesi utara.

Tabel 5. Penggunaan internet di Provinsi Sulawesi Utara

Kabupaten/kota	Penggunaan internet	
	Menggunakan internet	Tidak menggunakan internet
Bolaang Mongondow	11.547	54.296
Minahasa	10.052	33.464
Sangihe	1.960	22.229
Talaud	2.016	24.709
Minahasa selatan	7.922	35.261
Minahasa utara	2.372	16.593
Bolaang Mongondow Utara	1.148	11.918
Siau Tagulandang Biaro	1.143	12.380
Minahasa Tenggara	4.146	16.057
Bolaang Mongondow Selatan	1.114	10.970
Bolaang Mongondow Timur	2.186	11.938
Manado	2.598	7.737
Bitung	2.896	12.830
Tomohon	1.858	6.566
Kotamobagu	1.597	8.889
	54.555	28.5637

Sumber : BPS (2018a)

Hasil sensus dari data yang tersaji pada tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah pengguna internet ada sekitar 54.555 orang sekitar 16% dari jumlah responden.Hal ini berarti pengguna internet masih di bawah 50%. Data-data tersebut menunjukkan bahwa di daerah Sentra Pala seperti di Sitaro jumlah pelaku pertanian yang memanfaatkan internet masih sangat sedikit, sehingga informasi secara digital masih kurang diperoleh. Data ini menjadi acuan bahwa perlu adanya dorongan kepada masyarakat untuk memanfaatkan internet sebagai sumber informasi dan masukkan kepada Pemerintah untuk memfasilitasi warung informasi kepada masyarakat di tiap desa dengan memperluas jaringan internet dan desa digital.

INOVASI TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN PASCA PANEN PALA MENUJU PERTANIAN PRESISI

Pertanian presisi apabila diterapkan dalam agroindustri pala dapat meningkatkan produksi, meningkatkan nilai tambah dan menekan biaya pemasaran. Beberapa hasil penelitian tentang inovasi teknologi menuju

pertanian presisi pada komoditi pala dan komoditas pertanian telah dihasilkan dalam tahapan budidaya, pengeringan, penyortiran serta penentuan mutu produk

Peremajaan Pala

Peningkatan kualitas dan kuantitas biji dan fuli pala merupakan target utama dalam budidaya tanaman pala khususnya dan program peremajaan pala pada umumnya, diantaranya adalah penggunaan benih yang berkualitas. Untuk mempersiapkan program peremajaan pala maka harus dipersiapkan kebun produksi pala. Hasil penelitian dari Purwiyanti et al. (2018), populasi yang ideal untuk kebun produksi pala adalah populasi yang memiliki jumlah pohon betina dan jantan dengan perbandingan 4 : 1, sementara pengaturan komposisi jantan dan betina di kebun sulit dilakukan apabila tanaman pala diperbanyak dengan cara generatif (biji), karena jenis kelamin tanamannya tidak dapat diketahui secara pasti. Oleh karena itu perlu dilakukan teknik menyambung (grafting) bisa dijadikan sebagai solusi untuk mendapatkan bahan tanam pala dengan kelamin yang jelas. Teknik ini dapat dilakukan dengan cara sambungan pucuk, okulasi, susulan.

Kelebihan perbanyakan vegetatif, komposisi dan posisi antara jantan dan betina yang tepat di lapang dapat ditentukan sejak dini. Dengan teknik ini dipastikan bibit yang dihasilkan mempunyai sifat-sifat unggul seperti induknya, diharapkan berproduksi lebih awal, vigor tanaman lebih pendek dan bercabang banyak, cocok untuk ditanam di kebun campur. Saat ini ada teknik sambung pucuk (epicotyl grafting) yang mempunyai prospek untuk dikembangkan karena tingkat keberhasilannya relatif tinggi (≥ 80%). Pala Hasil Epicotyl Grafting Umur 2,5 Tahun sudah berproduksi Program peremajaan pala saat ini dapat diarahkan secara modern melalui *modern nursery.* Sistem nursery ini berfungsi memproduksi semai yang berkualitas sebagai bahan tanaman untuk kegiatan revegetasi, menyediakan stock semai untuk bahan penyulaman, menyediakan bahan tanaman tepat dengan waktu penanaman, memungkinkan untuk melakukan seleksi bibit secara intensif, sebagai koleksi biodiversitas mini dari tanaman tanaman potensial dan sebagai object untuk training, dan wisata tumbuhan

Penerapan Teknologi Penanganan Pasca Panen Pala

Untuk memperoleh hasil sesuai standar mutu, maka petani harus melakukan kegiatan pasca panen sesuai dengan SOP yang berlaku dan pemerintah telah menetapkan Peraturan Menteri Pertanian No. 53/2012 merupakan pedoman penanganan pascapanen pala yaitu sebagai acuan teknis tentang penanganan pascapanen pala dan fuli secara baik bagi petani/kelompok tani, pelaku usaha, dan pembina. Penanganan yang baik dimulai dari panen hingga pascapanen untuk menghasilkan pala yang berkualitas tinggi dan aman (Citranirmala, 2016). Beberapa hasil penelitian yang mengarah ke pertanian presisi telah dihasilkan oleh para Peneliti dari tahapan pengeringan dan penentuan mutu.

Pengeringan pala dengan sistem yang terkontrol

Salah satu penyebab adanya kontaminasi aflatoksin pada biji pala adalah tingginya kadar air, yang disebabkan oleh proses pengeringan yang tidak sesuai Standar Operasional Produksi. Pengeringan telah menjadi salah satu proses terpenting dalam pra-pengolahan produk pertanian. Tanaman aromatik sering dikeringkan sebelum diekstraksi untukmengurangi kadar air. Tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air produk yang tumbuh secara aktif di lapangan sampai tingkat yang mencegah kemerosotanproduk dan memungkinkan penyimpanan dalam kondisi stabil (Sophia et al., 2017).

Pengeringan pala dengan sistem tradisional mempunyai kelemahan dibanding dengan sistem modern. Biji Pala memiliki sifat mudah rusak, sehingga dengan pengeringan kadar air bahan dapat dikurangi sampai batas dimana perkembangan mikro organisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti.

Pengeringan biji pala dilakukan sebagai alternatif untuk menanggulangi produk biji pala yang berlebihan, terutama saat panen raya. Dengan pengeringan, biji pala dapat disimpan lama sehingga penjualan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasar. Pada umumnya proses pengeringan biji pala oleh para petani menggunakan metode penjemuran. Penjemuran di tingkat petani dilakukan dengan cara menjemur langsung di bawah sinar matahari dengan menggunakan media karung (Launda et al., 2017)

Untuk menghasilkan biji pala yang sesuai standar industri yang ditetapkan tahapan pengeringan harus memperhatikan tentang pengontrolan suhu dan lama pengeringan. Apalagi jumlah biji pala yang akan dikeringkan dalam

jumlah besar, maka pengontrolan ini amat perlu dilakukan. Launda et al. (2017) telah melakukan penelitian dengan menggunakan sistem pengeringan dengan sistem control dengan menggunakan *Arduino Uno R3* sebagai kontroler, sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban serta blower sebagai pengering pala**.** *Arduino* adalah sebuah *platform* komputasi fisik *open source* berbasiskan Rangkain *input* / *output* sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *Processing*. Arduino dapat digunakan untukmengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer (seperti *Flash*, Pengolahan, *VVVV*, atau *Max* / MSP). Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli.IDE (*Integrated Development Environment*) *Arduino* bersifat *open source*.

Alat ini mampu berfungsi dengan baik dengan konsumsi daya rata-rata*blower* adalah 585,634 W.d., yang dapat berputar sesuai tombol yangsudah ditentukan dan lampu yang mampu menyalasesuai dengan tombol yang sudah ditentukan. Peralatan dapat mengeringkan biji pala dengan berat awal 1 kg menjadi 0,67 kg selama 5 jam pada suhu 50℃dan kelembaban sampai 21,6 %.

Penyortiran pala dengan aplikasi kecerdasan buatan

Penyortiran pala merupakan tahapan penting dalam penanganan pasca panen pala.Faktor yang mempengaruhi kualitas sebuah produk salah satunya adalah warna dan bentuk.Faktor warna dan bentuk digunakan sebagai salah satu parameter yang paling diperhatikan dalam pemilihan sebuah produk. Ditingkat petani pala proses pemisahan antara biji utuh dan biji rusak belum dilakukan hal ini menyebabkan harga biji pala menjadi rendah. Pemisahan berdasarkan biji utuh dan biji rusak dilakukan ditingkat pedagang dan dilakukan dengan pengamatan langsung.Tahapan Proses pemisahan ini membutuhkan tenaga kerja dalam jumlah banyak, biaya relatif besar dan waktu yang cukup lama Penggunaan parameter warna dan bentuk dalam pemilihan mutu biji pala secara non-destruktif sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan pemisahan biji pala secara manual.

Sistem sortasi produk pertanian dengan metode presisi dapat dilakukan dengan memanfaatkan sistem komputasi cerdas untuk menetapkan mutu produk dengan objektif, seragam, dan cepat.Pengembangan metode pemisahan biji pala berdasarkan kelas mutu dapat dilakukan dengan teknologi pengolahan citra yang dikombinasi dengan jaringan saraf tiruan.Teknik

pengolahan citra bisa memberikan informasi yang baik jika digabungkan dengan system pengambilan keputusan yang bisa memberikan akurasi tinggi (Somantri, 2010).

Evaluasi mutu produk pangan secara non-destruktif memberi kesempatan kepada sistem yang dibangun untuk melakukan evaluasi langsung pada produk tanpa merusak atau pun mengubah sifat-sifat fisik dan kimia produk. Penerapan jaringan saraf tiruan adalah mengolah berbagai data yang dihasilkan oleh system visual dalam upaya pengambilan keputusan yang tepat berdasarkan data-data tadi dan hubungannya satu sama lain (Ahmad, 2010). Kombinasi penggunaan teknologi pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan memungkinkan memberikan hasil optimal, karena memiliki kelebihan dalam menyelesaikan persoalan yang bersifat non-linear.

Proses analisa dan pengolahan citra dalam tahapan penyortiran pala dilakukan dengan bantuan software Matlab R2009a dengan script program pengolah citra yang terdapat dalam *toolbox image processing.* Tahap analisa warna dengan matlab dimulai dengan: pembacaan file citra, merubah citra asli menjadi citra gray, konversi citra gray menjadi citra biner, citra biner selanjutnya dikonversi menjadi citra excess untuk mendapatkan nilai RGB, citra vektor RGB selanjutnya dikonversi ke format HSV dan Lab.Parameter warna yang digunakan terdiri dari model warna Red Green Blue, model warna Hue Saturation Value, model warna Lab parameter bentuk terdiri dari area, perimeter, roundness dan compactness. Berdasarkan analisis diskriminan diperoleh parameter warna mean saturation dan area yang signifikan sebagai input jaringan. Hasil penelitian menunjukkan parameter mean saturation dan area berhasil mengidentifikasi kelas mutu pala ABCD, Rimpel dan BWP dengan akurasi 100% (Dinar et al., 2012) hal ini menyebabkan proses penyortiran pala lebih efisien dan akurat.

Penentuan kandungan minyak atsiri pala dengan NIR

Minyak pala merupakan komoditi di sektor agribisnis yang memiliki pasaranbagus karena permintaannya cukup tinggi di pasar internasional. Permintaan minyak pala yang tinggi dikarenakan penggunaannya sangat luas.Minyak pala memiliki beragam tindakan farmakologis termasuk analgesik, antijamur, antimikroba, antiinflamasi, serta aktivitas hepatoprotektif (Che Has et al., 2015).

Minyak atsiri pala dapat diperoleh dari penyulingan biji pala,sedangkan minyak fuli dari penyulingan fuli pala. Minyak atsiri dari biji pala maupun fuli mempunyai susunan kimiawi dan warna yang sama, yaitu jernih, tidak berwarna hingga kuning pucat. Minyak fuli baunyalebih tajam daripada minyak biji pala. Rendemen minyak biji pala berkisar antara 2–15% (rata-rata 12%), sedangkan minyak fuli Antara 7-18% (rata-rata 11%). Bahan baku biji dan fuli pala yang digunakan biasanya berasal dari biji pala muda dan biji pala tua yang rusak (pecah) (Nurjanah, 2007)

Pala mengandung minyak esensial yang terdiri dari turunan alkil benzena yangdisebut myristicin (1-allyl-5-methoxy-3,4 methylenedioxy-benzene). Karakteristikasam myristicin yaitu bertindak sebagai inhibitor *monoamine oxidase* yang lemah danbeberapa bagian myristicin memiliki struktur yang mirip dengan agonisserotonin (Rahman et al., 2015).

Standar mutu merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan kualitas suatu bahan dengan persyaratan tertentu, yang meliputi persyaratan spesifikasi, prosedur, dan aturan yang bersifat dinamis.Apabila tidak memenuhi aturan tersebut maka dapat menimbulkan masalah daya saing di pasaran. Oleh karena itu, diperlukan cara yang sederhana untuk mengetahui karakteristik dari minyak yang diproduksi atau yang dipasarkan. Selama ini, analisis komposisi kimia minyak atsiri dilakukan dengan metode kimia yang relatif sangat mahal, membutuhkan waktu yang lama, dan menyisahkan limbah bahan-bahan kimia. Oleh karena itu, salah satu teknikanalisis terbaru yang dapat digunakan yaitu dengan spketroskopi inframerh dekat (Near Infrared Spectroscopy -NIRs).

Spektroskopi infra merah dekat (NIR) merupakan salah satu metode tidak merusak (*non destructive method*) telah berhasil diujicobakan dalam proses penilaian kualitas buah-buahan segar seperti apel, jeruk Satsuma mandarin dan buah kiwi, serta tanaman perkebunan lainnya seperti kakao dan jarak. Metode ini sudah banyak dikembangkan untuk keperluan sortasi, dan grading dari berbagai jenis buah-buahan. Spektroskopi NIR sudah banyak digunakan dengan sukses untuk analisis kimia pangan.

Aplikasi utama pada analisis komposisi pangan tanpa merusakkan bahan yang akan dianalisis. Hasbullah et al. (2002), menggunakan spektroskopi NIR pada mangga Irwin yang telah dilakukan perlakuan panas (*heat treatment*). Informasi yang terkandung dalam spektra NIR dapat diambil menggunakan berbagai teknik analisis multivariat. Dalam menentukan spektrum pantulan

dan absorbansi NIR diperlukan hasil analisis kimiawi laboratorium. Untuk mengetahui hubungan antar spektrum tersebut dengan nilai referensi analisis kimiawi di laboratorium diperlukan metode matematika (kemometrika) untuk mengkalibrasi (Lengkey, 2014).

NIRs merupakan teknik yang memungkinkan identifikasi kandungan kimia pada berbagai sampel dalam waktu singkat (Workman dan Wayer, 2008). Namun demikian identifikasi itu memerlukan database yang berfungsi sebagai data terlatih (training data). Spektroskopiinframerah dekat (NIRs) dapat digunakan untuk mengkarakterisasi produk-produk minyak dengan cepat dan akurat setelah sebelumnya memiliki data pendukung yang diperoleh dari pengukuran lain yaitu KG-SM.

Daerah serapan yang dapat dipakai sebagai titik acuan pembeda antara minyak dan produk-produk pasaran lainnya adalah pada bilangan gelombang tertentu. Penggunaan NIR dapat juga dipraktekan dalam menganalisa kandungan minyak atsiri pada pala, sehingga tidak perlu untuk menganalisa minyak atsiri secara kimiawi yang memerlukan waktu dan proses yang lama.

Hasil penelitian Spektroskopi inframerah telah diaplikasikan untuk mendeteksi minyak kayu putih oleh dekat dapat digunakan untuk mengidentifikasi minyak kayu putih dan minyak terpentin dengan cepat dan akurat. Pendeteksian penambahan minyak terpentin dalam minyak kayu putih dapat dianalisis pada bilangan gelombang 5620 cm^{-1} dengan menggunakan NIRs (Efruan et al., 2015).

Pendeteksian Aflatoksin dengan Metode Citra Fluoresens

Pala di Indonesia yang diekspor ke Pasar Eropa selama tahun 2000 – 2016, dideteksi telah terkontaminasi oleh aflatoksin rata-rata sekitar 62%, sehingga ditolak, termasuk sampel pala asal Sulawesi Utara sekitar 55,85% terkontaminasi.Aflatoksin diproduksi oleh *Aspergillus* spp. dapat dideteksi dengan berbagai metode, tetapi yang paling dapat diandalkan adalah dengan kromatografi lapis tipis (KLT), HPLC dan ELISA. Meminimalkan aflatoksin dalam pala harus dikelola dengan baik di setiap tingkat proses produksi mulai dari panen, pengeringan, dan pengemasan (Supriadi, 2017).

Metode uji secara laboratorium membutuhkan biaya yang cukup besar, serta waktu yang relatif lama, sedangkan aflatoksin diketahui memiliki sifat fluoresens apabila terekspossinar ultarviolet (UV) yakni akan berpendar dengan warna biru atau hijau dengan panjang gelombang emisi 420-450 nm

dan panjang gelombang eksitasi 350-370 nm. Untuk mendeteksinya secara cepat dapat digunakan teknologi pengolahan Citra dengan bantuan *fluorescence imaging* (Dahlan, 2018).

Teknologi pengolah citra lebih efisien terhadap biaya karena hanya membutuhkan kamera CCD (*charge coupled device*) dan komputer yang dilengkapi dengan sensor khusus serta alat digitasi yang berfungsi untuk mengubah citra input berbentuk analog menjadi digital. Deteksi cendawan dan aflatoksin pada biji pala dapat dikembangkan dengan metode citra fluoresens menggunakan kamera CCD dengan lampu biasa (cahaya normal) yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya cendawan.

Meskipun demikian teknologi ini masih memiliki kelemahan karena keberadaan aflatoksin yang dapat terdeteksi oleh cahaya UV hanya padapermukaan biji pala tanpa memiliki kemampuan untuk menembus ke dalam biji pala dan belum mampu untuk menghasilkan data secara kuantitas (Dahlan, 2018).

LANGKAH –LANGKAH STRATEGIS PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI PALA DI SULAWESI UTARA DI ERA DIGITAL 4.0

Industri 4.0 adalah transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional. Pengertian yang lebih teknis disampaikan oleh Kagermann et al. (2013) dalam (Prasetyo dan Sutopo, 2018) bahwa Industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System* (CPS) dan *Internet of Things and Services* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri meliputi manufaktur dan logistik serta proses lainnya. Sebagian besar pendapat mengenai potensi manfaat Industri 4.0 adalah mengenai perbaikan kecepatan-fleksibilitas produksi, peningkatan layanan kepada pelanggan dan peningkatan pendapatan.

Terwujudnya potensi manfaat tersebut akan memberi dampak positif terhadap perekonomian suatu negara. Berkembangnya Revolusi Industri 4.0 juga telah melahirkan corak masyarakat baru yang bisa disebut sebagai masyarakat pintar (*smart Society*), yang berbeda dari masyarakat sebelumnya, yaitu masyarakat agraris, industri, dan informasi. Karena itu pertanian pun dituntut untuk bisa menyesuaikan dengan perkembangan teknologi dan masyarakat baru itu (IPB Todays, 2018).

Langkah Strategis Program Peremajaan Pala

Sekalipun Indonesia merupakan negara pengekspor pala terbesar di dunia, namun secara keseluruhan mutu pala Indonesia masih kalah dibanding mutu pala dari Granada dan negara lainnya. Rendahnya mutu pala tersebut disebabkan beberapa faktor antara lain kurangnya pemeliharaan, produktivitas rendah karena sebagian tanaman tua/tidak produktif dan belum menggunakan bibit unggul, dan mutu produksi rendah, sehingga untuk dapat bersaing di pasar dunia, sangat dibutuhkan peningkatan produktivitas dan mutu produk yang memenuhi standar pasar internasional (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Menurut para pakar 60-65% peningkatan produktivitas usaha tani pala ditentukan oleh penggunaan benih varietas unggul, oleh karena itu petani pala harus dibimbing dan diarahkan untuk menggunakan benih yang bermutu.

Kementerian Pertanian saat ini telah melakukan peremajaan tanaman pala yang dilakukan pada kebun pala dengan tanaman yang sudah tua dan tidak produktif lagi, dengan menyediakan benih bina serta secara teknis memenuhi persyaratan agroklimat untuk dilanjutkan pengembangan budidaya pala. Untuk areal bekas terserang Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) utama, terlebih dahulu dieradikasi kebun sebelum dilakukan penanaman (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Untuk tahun 2017 dan 2018 dalam rangka tahun perbenihan telah diberikan bantuan bibit pala pada petani di daerah kawasan.

Perencanaaan lainnya yang akan dilakukan adalah dengan membuat nursery modern. Menurut Direktorat Perkebunan sistem ini sebagian akan diintegrasikan dengan laboratorium untuk perbanyakan secara in vitro secara kultur jaringan dan/atau somatik embrio. Oleh karena itu, untuk menunjang kegiatan tersebut direncanakan pembangunan laboratorium sebagai salah satu fasilitasnya. Selain itu, nursery modern ini juga akan diintegrasikan dengan sumber benih modern dan juga akan difungsikan untuk konservasi plasma nutfah pada beberapa nursery.

Bantuan program peremajaan pala sebaiknya dilakukan bukan hanya pada daerah-daerah sentra pala yang telah eksis merambah pasar eksport seperti Kepulauan Siau tapi juga di daerah-daerah yang potensial di Sulawesi Utara untuk penanaman pala seperti Kota Bitung dan Kepulauan Talaud. Dalam implementasinya program ini harus terpadu antar instansi terkait, Gapoktan bahkan pihak swasta sebagai eksportir pala.

Pemanfaatan Teknologi Informasi

Sulawesi Utara merupakan daerah kepulauan sehingga pemanfaatan sarana informasi teknologi sangat diperlukan menuju ke pertanian modern. Perkembangan teknologi dalam industry 4.0 tidak lepas dari perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK), yang telah telah memberikan kontribusi yang nyata dalam proses berkembangnya sistem pengembangan informasi pertanian, khususnya sebagai media komunikasi inovasi pertanian. Integrasi yang efektif antara TIK dalam sektor pertanian menuju pada pertanian berkelanjutan melalui penyiapan informasi pertanian yang tepat waktu yang relevan dapat memberikan informasi yang tepat kepada petani dalam proses pengambilan keputusan berusahatani untuk meningkatkan produktivitasnya (Sumardjo et al., 2011). TIK dapat meningkatkan aksesibilitas petani terhadap informasi pasar, input produksi, tren konsumen, yang secara positif berdampak pada kualitas dan kuantitas produksi mereka. Kesemuanya amat penting menuju pertanian industrial.

Pertanian industrial adalah sosok pertanian yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (1) pengetahuan merupakan landasan utama dalam pengambilan keputusan, memperkuat intuisi, kebiasaan, atau tradisi; (2) kemajuan teknologi merupakan instrumen utama dalam pemanfaatan sumberdaya; (3) mekanisme pasar merupakan media utama dalam transaksi barang dan jasa; (4) efisiensi dan produktivitas sebagai dasar utama dalam alokasi sumberdaya; (5) mutu dan keunggulan merupakan orientasi, wacana, sekaligus tujuan; (6) profesionalisme merupakan karakter yang menonjol; dan (7) perekayasaan merupakan inti nilai tambah sehingga setiap produk yang dihasilkan selalu memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Untuk mencapai pertanian yang telah mengarah ke pertanian modern atau industrial diperlukan pemanfaatan TIK. Saat ini pemanfaatan TIK dalam bidang Pertanian belum terbangunsecara efisien sistem TIK bidangPertanian mulai dari hulu (penelitian tinggi dan strategis)sampai hilir (pengkajian teknologi spesifik lokasi dandiseminasi penelitian kepada petani). Selain itu, efisiensi sistem TIK bidangpertanian ini perlu didukung dengan sistem pendidikanpertanian yang mampu menghasilkan peneliti yang berkemampuan(*competent*) dan produktif (*credible*).

Penelitian dari Runtuwene et al. (2015) menyatakan bahwa untuk memaksimalkan komunikasi antar petani pala maka perlu pembentukan kelompok tani yang saling terinteraksi dengan adanya jaringan informasi dan komunikasi antar Petani dan pedagang serta pelaku pemasaran untuk memperpendek alur pemasaran.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (Mulyandari 2005 dalam Pinardi, 2011), khususnya dalam mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan di antaranya adalah:

1. Mendorong terbentuknya jaringan informasi pertanian ditingkat lokal dan nasional.
2. Membuka akses petani terhadap informasi pertanian untuk: a) Meningkatkan peluang potensi peningkatanpendapatan dan cara pencapaiannya; b) Meningkatkankemam-puan petani dalam meningkatkan posisitawarnya, serta c) Meningkatkan kemampuan petani dalam melakukan diversifikasi usahatani dan merelasikan komoditas yang diusahakannya dengan input yang tersedia, jumlah produksi yang diperlukan dan kemampuan pasar menyerap output.
3. Mendorong terlaksananya kegiatan pengembangan, pengelolaan dan pemanfaatan informasi pertanian secara langsung maupun tidak langsung untuk mendukung pengembangan pertanian lahan marjinal.
4. Memfasilitasi dokumentasi informasi pertanian di tingkat lokal (*indigeneous knowledge*) yang dapat diakses secara lebih luas untuk mendukung pengembangan pertanian lahan marjinal.

Untuk dapat sepenuhnya mengadopsi teknologi informasi (TI) di bidang pertanian, Indonesia menghadapi tantangan terkait kesiapan sumber daya manusia dalam hal ini petani dan kesediaan infrastuktur teknologi yang dapat menjangkau masyarakat di pedesaan. Untuk meningkatkan kemampuan petani dalam penggunaan perangkat dan aplikasi TI dibutuhkan proses pendampingan yang terus menerus dan berkelanjutan.

Proses pendampingan juga harus mengarah ke perubahan pola komunikasi yang semula hanya konvensional menjadi pola komunikasi *hybird,* gabungan antara pola konvensional dan komunikasi berbasis TI. Pola ini mirip dengan yang dijalankan oleh Community Knowlegde Worker (CKW) di Uganda

(Delima et al., 2016). Saat ini telah ada beberapa sistem informasi digital yang dapat mempercepat informasi pasar seperti pemanfaatan *cloud computing*, sistem dan sistem e-commerce (pemasaran berbasis web).

Pemanfaatan *cloud computing*

Cloud computing atau komputasi awan ialah teknologi yang memanfaatkan layanan internet menggunakan pusat server yang bersifat virtual dengan tujuan pemeliharaan data dan aplikasi NIST mendefinisikan *cloud computing* sebagai model untuk memungkinkan kenyamanan, *on-demand* akses jaringan untuk memanfaatkan bersama suatu sumberdaya komputasi yang terkonfigurasi (misalnya, jaringan, server, penyimpanan, aplikasi, dan layanan) yang dapat secara cepat diberikan dan dirilis dengan upaya manajemen yang minimal atau interaksi penyedia layanan (Refially et al., 2013). Model *cloud computing* mendorong ketersediaan dan terdiri dari lima karakteristik, tiga model layanan, dan empat model penyebaran (Mell dan Grance, 2009 dalam Pinardi, 2011).

Pemanfaatan *cloud computing* sebagai sumber segala informasi pertanian dapat memperbaiki aksesibilitas petani dengan cepat terhadap informasi pasar, input produksi, tren konsumen, yang secara positif berdampak pada kualitas dan kuantitas produksi mereka. Informasi pemasaran, praktek pengelolaan ternak dan tanaman yang baru, penyakit danhama tanaman/ternak, ketersediaan transportasi, informasipeluang pasar dan harga pasar masukan maupun hasil pertanian sangat penting untuk efisiensi produksi secara ekonomi (Pinardi, 2011)

Sistem Pemasaran digital

E-commerce merupakan teknologi yang menjadi kebutuhan mendasar setiap organisasi yang bergerak di bidang perdagangan. E-commerce populer adalah pengiriman barang, layanan, informasi atau pembayaran melalui pemanfaatan jaringan komputer atau melalui peralatan elektronik lainnya. Perspektif proses bisnis, e-commerce populer adalah aplikasi dari teknologi yang menuju otomatisasi dari transaksi bisnis dan aliran kerja. Perpektif layanan, e-commerce populer merupakan suatu alat yang memenuhi keinginan perusahaan, konsumen, dan manajemen untuk memangkas biaya layanan (*service cost*) ketika meningkatkan kualitas barang dan meingkatkan kecepatan

layanan pengiriman (Fithri et al., 2017). Pemanfaatan teknologi e-commerce dapat dirasakan oleh konsumen(business to consumer) maupun oleh pelaku bisnis (business to business) (Mumtahana et al., 2017)

Dalam melakukan proses pemasaran e-commerce produk pertanian, web content manajemen sistem dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam menyampaikan informasi produk-produk dalam bidang pertanian, sehingga keterbatasan dalam melakukan transaksi penjualan produk-produk pertanian dapat teratasi, dan dapat menciptakan sistem penjualan yang lebih efektif, efisien, dan dapat meningkatkan pelayanan pelanggan dalam melakukan pemesanan melalui web (Suratno, 2018)

E-commerce untuk produk agibisnis mulai berkembang di Indonesia, pada tahun 2015 melalui Program Sinergi Aksi Untuk Ekonomi Rakyat pemerintah memasukan platform e-commerce agribisnis untuk terlibat guna mewujudkan keberhasilan dari program ini. Perkembangan e-commerce di Indonesia sangat cepat berkembang karena dianggap sangat efektif digunakan dalam penjualan maupun pemasaran produk dan dianggap sebagai pilihan untuk memenuhi kebutuhan pembelian secara cepat (Wuisan, 2017).

Hasil yang diperoleh dari pemasaran tradisional yang dilakukan selama ini tentu masih sangat jauh dari yang diharapkan. E-commerce telah dilakukan oleh Hamid dan Namudad (2018) pada home industry-home industry Vista suatu industri pengolahan pala, dengan membuat suatu rancangan dan aplikasi sistem informasi pemasaran berbasis web. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan jumlah transaksi jual beli produk kelompok usaha yang pada akhirnya akan mampu meningkatkan taraf hidup anggotanya. Dengan munculnya E-Commerce, organisasi home industri tersebut memiliki kesempatan untuk melewati distributor dan perdagangan secara langsung dengan pelanggan melalui situs web, sehingga dapat meningkatkan jumlah penjualan produk olahan Pala.

Penggunaan Aplikasi e-commerce

Irfianti (2014) menyatakan bahwa agar komunikasi bisa berjalan berkesinambungan, petani bisa membangun hubungan untuk berinteraksi dengan komunitas bidang pertanian. Petani bisa memberikan suara secara langsung dan menyampaikan pendapat sehingga terbentuk komunikasi dua arah. Beberapa aplikasi dalam e-commerce diantaranya Aplikasi petani dan E-tani.

Aplikasi Petani diluncurkan oleh perusahaan berbasis Information Technology (IT) yang bernama PT. 8 villages Indonesia.Ide awal pembuatan aplikasi Petani adalah adanya fakta lapangan bahwa jumlah penyuluh pertanian relatif sedikit dan kurang menunjang sistem penyuluhan Laku (Latihan dan Kunjungan).Aplikasi Petani berbasis Android melayani tanya jawab, survei, profiling petani, dan menyediakan artikel-artikel yang terkait dengan kegiatan pertanian.

Secara umum, kelebihan yang dimiliki oleh aplikasi Petani adalah sebagai berikut: (1) Menjembatani interaksi petani dengan para pakar (dosen, PPL, atau petani lain yang berpengalaman) untuk penyebaran informasi dan menjawab permasalahan yang dihadapai petani (2) Dapat menjual hasil tani langsung kepada konsumen sehingga petani bisa diuntungkan dan mendapatkan harga terbaik (3) Informasi terbaru dilengkapi dengan video sehingga petani lebih mudah memahami apa yang disampaikan (4) Mendigitalisasi metode penyuluhan tanpa menghilangkan pekerjaan penyuluh Aplikasi. Aplikasi Petani memungkinkan penggunanya untuk berinteraksi satu sama lain dan mengetahui keadaan pengguna lain, serta mengidentifikasi diri dengan orang lain melalui beberapa layanannya. Layanan dalam aplikasi Petani yang dapat digunakan untuk memenuhi motivasi integrasi dan interaksi sosial meliputi layanan Tanya Jawab, Panen, dan Toko. Ketiga layanan tersebut memungkinkan pengguna aplikasi Petani untuk saling berinteraksi (Astuti, 2017)

Selain aplikasi petani terdapat juga aplikasi Aplikasi E-Commerce E-Tani (Aplikasi Sebagai Strategi Peningkatan Kualitas dan Kesejahteraan para Petani). Aplikasi E-Tani merupakan sebuah*website e-commerce* yang menyediakan edukasi pertanian dan tutorial – tutorial bertani yang dapat dipelajari oleh petani. Serta *forum* diskusi untuk permasalahan dibidang pertanian yang sulit dipecahkan. Aplikasi E-Tani merupakan sebuah portal bagi petani untuk mendistribusikan barang pertanian. Dengan adanya aplikasi E-Tani, petani dapat melakukan transaksi tidak hanya dengan orang lokal, melainkan bisa ditingkat regional, nasional, bahkan internasional tanpa mengenal batas ruang atau waktu (Suweantara et al., 2017).

Peningkatan Sarana dan Prasarana

Peningkatan pengetahuan dan kemampuan sumberdaya pertanian pelaku agroindustri pala dalam mengakses informasi sangat tergantung pada ketersediaan sarana dan prasana di wilayah tempat tinggalnya. Sarana dan

Prasarana yang mendukung kemudahan dalam mengakses internet harus tersedia, sehingga di setiap desa diharapkan terdapat rumah pintar dan telah terjangkau oleh jaringan internet yang memadai.

Selain teknologi informasi, pengembangan pertanian presisi dalam agroindustri pala harus menggunakan peralatan yang memenuhi persyaratan modern seperti penggunaan alat pengering pala yang terkontrol, peralatan image processing untuk penyortiran pala, kamera CCD (*Charge Coupled Device*) dan komputer yang dilengkapi dengan sensor khusus serta alat digitasi untuk pendeteksian aflatoksin, dan peralatan NIR untuk analisa langsung minyak atsiri. Pengadaan peralatan tersebut memerlukan perencanaan yang matang dan terstruktur baik anggaran, kemampuan sumber daya manusia untuk mengoperasikan dan kelayakan finansial dikaitkan dengan produksi dan pasar. Oleh karena itu perlu diidentifikasi teknologi-teknologi yang sudah dapat diterapkan dalam jangka pendek dan jangka panjang.

Aplikasi Teknologi Pertanian Presisi

Aplikasi teknologi pertanian presisi oleh petani dan pelaku agroindustri sangat dipengaruhi oleh kemampuan sumberdayanya, sehingga perlu adanya pendidikan dan pelatihan setelah semua sarana dan prasarana tersedia. Penerapan teknologi pertanian presisi akan mendorong pelaku agroindustri untuk terus memperbaiki inovasi teknologi yang ada dan menyempurnakan teknologi tersebut sesuai dengan kebutuhan era 4.0.

PELUANG GENERASI MILENIAL UNTUK IKUT DALAM PEMBANGUNAN PERTANIAN MELALUI DIGITAL FARMING

Salah satu dari pengelompokan generasi muda yang banyak diperbincangkan saat ini, baik di Indonesia maupun di berbagai belahan dunia, adalah generasi milenial (millenial). Para peneliti sosial sering mengelompokkan mereka sebagai generasi yang lahir di antara tahun 1980-an sampai 2000-an atau bisa dikatakan bahwa mereka adalah pemuda yang saat ini berusia 17-37 tahun. Generasi ini identik dengan teknologi, khususnya internet dan media social (Sabani, 2018).

Generasi milenial dikenal sebagai Generasi Y. Ungkapan generasi Y mulai dipakai pada editorial koran besar Amerika Serikat pada Agustus 1993. Generasi ini banyak menggunakan teknologi komunikasi instan seperti email, SMS, instant messaging dan media sosial seperti facebook dan twitter, dengan

kata lain generasi Y adalah generasi yang tumbuh pada era internet booming Lyons, 2004 dalam Putra (2016) mengungkapkan ciri–ciri dari generasi Y adalah: karakteristik masing-masing individu berbeda, tergantung dimana ia dibesarkan, strata ekonomi, dan sosial keluarganya, pola komunikasinya sangat terbuka dibanding generasi-generasi sebelumnya, pemakai media sosial yang fanatik dan kehidupannya sangat terpengaruh dengan perkembangan teknologi, lebih terbuka dengan pandangan politik dan ekonomi, sehingga mereka terlihat sangat reaktif terhadap perubahan lingkungan yang terjadi di sekelilingnya, memiliki perhatian yang lebih terhadap kekayaan.

Berdasarkan usia pengguna, mayoritas pengguna internet di Indonesia berusia 18-25 tahun, yaitu sebesar hampir setengah dari total jumlah pengguna internet di Indonesia (49%). Artinya, dapat dikatakan bahwa segmen pengguna internet di Indonesia adalah mereka yang termasuk ke dalam kategori 'digital natives'. Digital natives adalah generasi yang lahir setelah tahun 1980, ketika tehnologi jejaring sosial digital seperti Usenet dan buletin board system lahir. Kategori usia ini memiliki karakter yang sangat aktif menggunakan jejaring teknologi digital dan memiliki kecakapan dalam mengoperasikan teknologi berbasis internet.

Generasi muda yang terjun ke bidang pertanian saat ini cenderung berkurang dari tahun ke tahun. Namun peran generasi muda ini sangat diperlukan dalam keberhasilan usahatani termasuk usahatani yang mendukung agroindustri pala. Tingkat pengetahuan generasi muda dibidang IT lebih tinggi dari generasi di era 80 an bahwa 90 an, sehingga peran serta generasi Y dan Z ini amat penting.

Peranan generasi ini perlu dimanfaatkan dengan melibatkan mereka pada kelompok tani atau di tengah keluarga petani. Pada umummnya petani yang telah berumur 50 tahun keatas kurang memahami teknologi IT, oleh karena itu generasi Y dan Z dilatih untuk memahami tugas orang tua mereka yang bertani atau terjun dalam karang taruna atau organisasi keagamaan dalam membangun usaha agroindustri pala, sehingga para petani pala yang gagap teknologi dapat memanfaatkan teknologi inovatif dalam usahatani pala. Perkembangan teknologi informasi saat ini membuka peluang selebar-lebarnya bagi generasi muda untuk berperan dalam pembuatan jaringan pemasaran berbasis web dan mengaplikasikannya bagi kemajuan petani terutama dalam agroindustri pala.

PELAJARAN YANG DIPEROLEH

Pertanian Presisi pada hakekatnya telah memadukan teknologi informasi terkini dengan aplikasi teknologi yang sifatnya inovatif, namun pada implementasinya masih dilakukan secara terpisah. Penerapan pertanian presisi pada berbagai kondisi ada yang berhasil dan ada pula yang belum optimal, telah sampai pada tahapan kemandirian dan ada dalam tahap pembelajaran teknologi. Dalam tahapan pembelajaran teknologi, petani berada dalam tahapan menuju teknologi 4.0, diantaranya mulai belajar menggunakan sarana digital dalam memperoleh informasi teknoogi baik budidaya, pasca panen serta informasi pasar. Tahapan kemandirian adalah petani telah sampai pada tahap penerapan teknologi 4.0 diantaranya telah menggunakan informasi teknologi dan pemasaran dalam agroindustri perdagangan pala.

Dari berbagai kegiatan usahatani, petani pala telah memproduksi dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standart mutu, namun dalam pemasaran mengalami kendala seperti keterlambatan mengeluarkan produk karena minimnya informasi pasar. Adanya penolakan pala untuk ekspor karena terkontaminasinya aflatoksin menjadi pelajaran berharga bagi petani pala disebabkan tindakan budidaya dan penanganan pasca panen yang tidak sesuai standart mutu. Hal ini dapat mendorong petani untuk semakin belajar dan lebih memanfaatkan informasi digital dalam mengurangi resiko usahatani pala.

Keberhasilan suatu teknologi sangat dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang terlibat di dalamnya dalam hal penguasaan teknologi dan konsistensi dalam penerapannya serta adanya sarana dan fasilitas yang mendukung. Belajar dari hal tersebut maka petani dan pelaku agroindustri pala di Sulawesi Utara di era 4.0 ini perlu didengan perlengkapi dengan pengetahuan dan kemampuan dalam penguasaan teknologi informasi lewat media digital dan penerapan jaringan internet sebagai media promosi dan transaksi dalam pemasaran.

PENUTUP

Penerapan Inovasi teknologi pada agroindustri pala pada era 4.0 sangat diperlukan untuk meningkatkan produksi, mempercepat arus informasi tentang permintaan pasar, preferensi konsumen dan standart mutu yang ditetapkan serta dapat meningkatkan mutu dan nilai tambah produk yang dihasilkan. Pengembangan agroindustry pala di era 4.0 perlu melibatkan

semua pihak mulai dari petani, anggota keluarga tani terutama generasi muda, pedagang, pihak industri dalam negeri dan stakeholder terkait sehingga adanya keterpaduan informasi mulai dari hilir sampai hulu.

Peremajaan pala sangat perlu dilakukan secara terpadu untuk mengimbangi permintaan eksport yang semakin meningkat khususnya pengembangan teknologi pembibitan pala yang modern dan ramah lingkungan. Penanganan pasca panen dengan penggunaan teknologi aplikasi yang berbasis digital seperti pengeringan secara terkontrol dan kecerdasan buatan perlu difasilitasi dengan sistem permodalan pada kelompok tani dan usaha industri sehingga nantinya dapat mencapai standart mutu yang sesuai dengan skala ekspor.

Pengembangan teknologi informasi pemasaran sangat penting ditumbuhkan dalam pengembangan agroindustri pala, terutama untuk memfasilitasi petani dan usaha industri dalam mempromosikan hasil olahannya ke pasar dan memantau harga serta mempercepat proses pemasaran.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, N. 2017.Hubungan Motivasi dan Penggunaan Aplikasi *Petani* sebagai Media Penyuluhan dengan Tingkat Kepuasan Petani. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Ahmad, U. 2010. Aplikasi Teknik Pengolahan Citra dalam Analisis Non-Destruktif. Bogor (ID): Produk Pangan.Vol. 19 No. 1 Maret 2010.

Abbas, A. dan Suhaeti. 2016. Pemanfaatan Teknologi Pascapanen Untuk Pengembangan Agroindustri Perdesaan Di Indonesia. Forum Penelitian Agro Ekonomi. 34(1): 21-34.

Balitro, 2018. Teknologi Penanganan Aflatoksin pada Biji Pala. www.litbang.pertanian.go.id.

BPS Sulut. 2018. Sulawesi Utara dalam angka. Manado (ID): Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara.

BPS Sulut. 2018[a]. Hasil Survei Pertanian Antar Sensus (Sutas) 2018. Manado (ID): Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara.

Che Has A. T., M.R. Islam, B. Igor, H. Steffen, O. Hasnah, M. Habsah, and M.A. Jafri. 2014. The inhibitory activity of nutmeg essential oil on GABAAα1β2γ 2s receptors. Biomedical Research. 25 (4): 543-550.

Citranirmala, Ni Made. 2016. Kajian Penerapan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 53 Tahun 2012 untuk Pengendalian aflatoksin pada Rantai Pasok Pala. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Dahlan, S. 2018. Metode Visual untuk Deteksi Cendawan dan Aflatoksin pada Biji Pala Kering Menggunakan Citra Fluoresens.[Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Delima, R., H.B. Santoso, dan J. Purwadi. 2016. Kajian Aplikasi Pertanian yang Dikembangkan di Beberapa Negara Asia dan Afrika Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta, Indonesia. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi) 2016 ISSN: 1907 – 5022. Yogyakarta, 6 Agustus 2016.

Deswantari. 2015. Strategi Peningkatan Nilai Tambah Komoditas Perkebunan Di Kabupaten Bogor Cianjur Dan Sukabumi. Bogor (ID): Fakultas Ekonomi Dan Manajemen Institut Pertanian Bogor.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. Peningkatan Produksi Dan Produktivitas Tanaman Rempah dan Penyegar. Pedoman Teknis Tahun 2015 Pengembangan Tanaman Pala Berkelanjutan. Jakarta (ID): Dirjen Perkebunan Kementan.

Disperindag Sulut. 2019. Data Ekspor Sulawesi Utara tahun 2019. Manado (ID): Disperindag Provinsi Sulawesi Utara.

Dinar, L. Atris Suyantohadi, dan M. Affan Fajar Fallah. 2012. Pendugaan Kelas Mutu Berdasarkan Analisa Warna dan Bentuk Biji Pala *(Myristica fragrans* houtt*)* Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Jaringan Saraf Tiruan. Jurnal Keteknikan Pertanian.

Dinar, L. Suyantohadi, dan F. Fajar. 2013. Kajian Standar Nasional Indonesia Biji Pala. Jurnal Standardisasi. 15 (2): 83 – 90.

Efruan, Martanto Martosupono, dan Rondonuwu. 2015. Identifikasi Kandungan Senyawa A-Pinene dalam Minyak Kayu Putih Dengan Menggunakan Spektroskopi Inframerah Dekat (Nirs). TR-006.

Fithri, P. Utomo, dan Nugraha. 2017. Pemanfaatan E-Commerce Populer Untuk Optimalisasi Pemasaran Produk Pada Kub Bordir Kurnia Kudus. Jurnal SIMETRIS, Vol 8 No 2 November 2017 ISSN: 2252-4983819.

Hamid, D.M., dan Namudad. 2018. Sistem Informasi Pemasaran Produksi Buah Pala dan Hasil Olahannya Pada *Home Industry* Vista Di Kabupaten Fakfak.

Hadiyanto, dan Suminto. 2017. Daya Saing Produk Pala Indonesia Di Pasar Uni Eropa.Prosiding PPI Standardisasi 2017 – Makassar, 25 Oktober 2018.

ITCP Milan. 2013. Market Brief Peluang Produk Biji Pala Di Italia Hs 0908. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. https://djpen .kemendag.go.id.

Indarti, 2016. Outlook Pala. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. http://epublikasi. setjen.pertanian.go.id.

Irfianti, D. 2014. Prototype Media sosial Pertanian di Indonesia Untuk Perangkat Bergerak Berbasis Android. IPTEK-KOM, Vol. 16 No. 2, Desember 2014: 105-120 ISSN 1410 – 3346.

ILO – PCdP2 UNDP. 2016. Kajian Pala dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha di Kabupaten Fak-fak. http://www.ilo.org.

IPB Today. 2018. Rektor IPB Paparkan Konsep Pertanian 4.0 di Taiwan. Volume 125 tahun 2018.

Kudang, A. 2015. Orasi Ilmiah Guru Besar IPB. Sistem Pertanian Presisi dan Sistem Pelacakan Rantai Produksi Untuk Mewujudkan Agroindustri Berkelanjutan. Diakses http://fateta.ac.id.

Kaunang, A. 2014.Perbandingan Pendapatan Petani Pala Pada Berbagai Saluran Pemasaran Di Kecamatan Kauditan Kabupaten Minahasa Utara. Manado (ID): Jurnal Jurusan Sosial Ekonomi Fakultas Pertanian. Universitas Sam Ratulangi.

Kindangen, J. 2016. Laporan Hasil Penelitian Kegiatan Pendampingan Perkebunan. Manado (ID): BPTP Sulawesi Utara.

Layuk, P. 2018. Meningkatkan Nilai Tambah dan Daya Saing Pala Melalui Penanganan Hasil. Buku Sinergi Inovasi Memperkuat Pertanian Rakyat Berbasis Tanaman Perkebunan dan Rempah-Rempah. Jakarta (ID): AARD Press.

Launda, A. Dringhuzen, J. Mamahit, dan Elia Kendek Allo. 2017. Prototipe System Pengering Biji Pala Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol 6 no 3, (2017) ISSN : 2301-8402 141.

Lintang, M. 2015. Peluang Pemanfaatan Beberapa Komoditi Lokal Sulawesi Utara Sebagai Bahan Baku Film Edibel. Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi mendukung Kedaulatan Pangan. 9 September 2015 di Manado. BBP2TP, Badan Litbang Pertanian. Buku I ISBN 978-602-6916-02-0.

Lengkey, L. 2014. Pengembangan Metode Penentuan Kandungan Kimia Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.)* Menggunakan Spektroskopi Infra Merah Dekat. [Disertasi]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor**.**

Legoh, W. Kojoh, dan Runtunuwu. 2017. Kajian Budidaya Tanaman Pala (*Myristica Fragrans* Houtt) Di Kabupaten Kepulauan Sangihe. Jurnal Unsrat. Universitas Sam Ratulangi Manado. http://ejournal.unsrat.ac.id >indeks.php.cocos/.

Litbang Pertanian. 2018. Sentra produksi tanaman perkebunan. http://inaagrimap.litbang.pertanian.go.id/index.php/sentra-produksi/tanaman-perkebunan/pala.

Liu, F, and Y. He. 2008. Use of visible and near infrared spectroscopy and least squares-support vector machine to determine soluble solids content and pH of cola beverage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55 (22):8883-8.

Marzuki, I. Bintoro, Aziz, Agusta, and Surahman. 2014.Physico-Chemical Characterization Of Maluku Nutmeg Oil. International Journal of Science and Engineering. 7(1):61-64.

Mea, 2014. Analisis Usaha dan Strategi Pengembangan Agroindustri Manisan Pala Di Kelurahan Aermadidi Kabupaten Minahasa Utara (Studi Kasus Di UD. Murni). Universitas Sam Ratulangi Manado. http://ejournal.unsrat.ac.id.

Mumtahana, Sekreningsih Nita, and Mumtahana Winerawan. 2017. Pemanfaatan Web *E-Commerce* untuk Meningkatkan Strategi Pemasaran. Khazanah Informatika | Online ISSN: 2477-698X Vol. III No. 1 | Juni 2017.

Polii, F. 2016**.** Penelitian Penyulingan Minyak Pala "Siauw" Metode Uap Bertekanan dan Karakteristik Mutu Minyak Pala**.** Jurnal Penelitian Teknologi Industri Vol. 8 No. 1 Juni 2016 : 23-34 ISSN No.2085-580X.

Prasetyo, H. Sutopo. 2018. Industri 4.0: Telaah klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset. Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol. 13, No. 1, Januari 2018.

Pangalima, S. Pakasi, dan N.M. Benu. 2016. Analisis Sub-Sektor Perkebunan Pala Di Provinsi Sulawesi Utara.ASE – Volume 12 Nomor 1, Januari 2016: 67 – 76.

Pinardi, E. 2011. Menuju Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Melalui *Cloud Computing.* e-Indonesia Initiative 2011 (eII2011). Konferensi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia 14-15 Juni 2011, Bandung (ID).

Pusat Penelitian dan Pengembangan Penyelenggaraan Pos dan Informatika, 2015. Pemanfaatan dan Pemberdayaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Pada Petani dan Nelayan. (Survey Rumah Tangga dan *Best Practices*). *Seminar Nasional Teknologi Informasi.* Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Kementerian Komunikasi dan Informatika. https://balitbangsdm.kominfo.go.id.

Purwiyanti, Sudarsono, E.K. Yudiwanti Wahyu, Otih Rostiana. 2018. Posisi Pendonor Serbuk Sari dan Iklim Yang Berpengaruh Terhadap Produksi Buah Pala. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 29 (1): 47 – 58.

Puskakom. 2014. Profil Pengguna Internet Indonesia. Jakarta (ID): Perpustakaan Nasional Rl.

Rodianawati, I, P. Hastuti, and M.N. Cahyanto. 2014. Nutmeg's (*Myristica fragrans* Houtt) oleoresin: effect of heating to chemical compositions and antifungal properties. The First International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA2014). Procedia Food Science. 3: 244-254.

Rahman, V.A. A., A. Fazilah, and M.E. Effarizah. 2015. Toxicity of nutmeg (Myristicin): A Review. International journal on advanced science engineering information technology.Vol 5 No. 3.ISSN 2088-5334.

Refialy Leonardo, Eko Sediyono, Adi Setiawan, 2013. Pemanfaatan Cloud Computing Dalam Google Maps Untuk Pemetaan Informasi Alih Fungsi Lahan Di Kabupaten Minahasa Tenggara.

Runtuwene, Altje S. Pasuhuk, dan Arrazi Bin Hasan Jan**.** 2015. Efisiensi Desain Jaringan Manajemen Rantai Pala Di Kabupaten Sangihe (Studi Kasus Pada Komoditi Pala Di Kecamatan Kendahe**).** Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi Volume 15 No. 05 Tahun 2015.

Sabani, N. 2018.Generasi Milenial dan Absurditas Debat Kusir Virtual**.** INFORMASI: Kajian Ilmu Komunikasi - ISSN (p) 0126-0650; ISSN (e) 2502-3837. Vol. 48, No. 1 (2018), pp.95-108.

Suwarni, Vitus Dwi Yunianto, dan Agus Setiadi. 2013. Analisis Faktor-Faktor Produksi Yang Mempengaruhi Keuntungan Agroindustri Kecil Penyulingan Minyak Pala dan Dampaknya Pada Pendapatan Asli Daerah KABUPATEN BOGOR. Agromedia,Vol. 31, No. 1.

Sumardjo, D.P. Lubis, E.S. Mulyani, R.S.H.Mulyandari. 2011. Manfaat sistem informasi berbasis teknologi informasi dan komunikasi untuk keberdayaan petani sayur. Jurnal Informatika Pertanian. 20 (1): 1 – 13.

Suryatmi Retno Dumadi. 2011. Pemanfaatan Limbah Daging Buah Pala Tua Di Maluku. JRL Vol.7 No.2 Hal. 171 - 177 Jakarta, Juli 2011.

Sophia G. Sipahelut, Sri Rejeki, dan John Patty. 2017. Perbandingan Kadar Myristici N Minyak Esensial Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans* Houtt) Dari Beberapa Metode Pengeringan Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI 2017 Kendari, Sulawesi Tenggara, 20-21 September 2017.

Suratno. 2018. Sistem Pemasaran E-Commerce Produk Pertanian Berbasis Web Content Manajemen System**.** Sosio Ekonomika Bisnis ISSN 1412-8241

Supriadi. 2017. Aflatoxin Of Nutmeg In Indonesia and Its Control (Aflatoksin pada Pala di Indonesia dan Pengendaliannya). Perspektif. 16(2): 102-110.

Suweantara, E. 2017. Aplikasi E Tani Sebagai Strategi Peningkatan Kualitas dan Kesejahteraan Para Petani. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Karya Ilmiah Bali, 28 Juli 2017. "Internet Of Think (Iot) & Big Data : Teknologi, Tantangan dan Peluang. Bali (ID).

Suryadi, S. 2017. Reclaiming The Past Glory of Indonesian Nutmeg. Lestari Brief No. 08 I 17 July 2017.

Wauran. 2018**.** Analisa Komoditas/Produk Unggulan Di Kabupaten Kepulauan Sitaro**.** Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi Volume 18 No. 01 Tahun 2018.

Whelan, and Taylor. 2013. Precision Agriculture for Grain Production System Clayton (AU): CSIRO Publishing. ISBN 978064310747-2.

Wijayanto. 2013. Kajian Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG). Untuk Pertanian Presisi. Jember (ID): Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Yanuar Surya Putra. 2016**.** Theoritical Review:Teori Perbedaan Generasi . Among Makarti Vol.9 No.18, Desember 2016.

Prospek Penerapan Teknologi Digital Pengolahan Hasil Kelapa dalam Rangka Pemberdayaan Petani Milenial di Sulawesi Utara

Payung Layuk, Meivie Lintang, G.H. Yoseph

Pada saat ini masyarakat dunia telah memasuki era masyarakat informasi, tidak hanya di perkotaan tetapi sudah sampai di kawasan perdesaan. Petani yang ada di pelosok desa sudah mulai memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dalam memenuhi kebutuhannya. kondisi demikian memunculkan beragam aplikasi digital yang bergerak di sektor pertanian. Berdasarkan pada fenomena ini, maka dibutuhkan keberadaan aplikasi digital yang bergerak di sektor pertania. Sektor pertanian sebagai salah satu penopang utama kebutuhan pangan dan perekonomian memiliki peranan penting dalam menjaga kestabilan nasional di tengah revolusi industri 4.0. Apalagi, saat ini Indonesia memiliki jumlah penduduk yang diperkirakan mencapai 265 juta jiwa.

Generasi millennial di Indonesia saat ini memiliki pangsa pasar paling besar, namun belum banyak studi yang membahas mengenai marketing pada generasi millennial Indonesia, khususnya marketing pada unit bisnis yang memasarkan produknya kepada konsumen akhir (B2C-business to consumer). Menilik fenomena saat ini, yaitu 1) Maraknya pertumbuhan dan persaingan pelaku usaha retail online baik asing maupun lokal yang berkompetisi di Indonesia. 2) Semakin berkembangnya teknologi software dan hardware dalam digital marketing yang melahirkan inovasi-inovasi pemasaran. dan 3) Peran besar millennial dalam pemasaran digital, karena saat ini mereka adalah generasi yang lebih mengerti teknologi, tumbuh di dunia media sosial, dibesarkan dalam budaya ekspresi, sadar atas keterikatan dengan perubahan teknologi dan mampu belajar melalui interaksi online.

Industri makanan dan minuman, tekstil dan pakaian automotif, elektronik dan kimia merupakan industri manufaktur yang mendapat prioritas khusus oleh pemerintah dalam meningkatkan daya saing yang sejalan perkembangan Revolusi Industri 4.0. Karena sektor industri ini berkonstribusi sebesar 60% terhadap total ekspor dan sekitar 60% tenaga kerja industri Komoditi kelapa merupakan komoditi perkebunan yang berpotensi sebagai komoditas yang dikembangkan oleh generasi millenial di Sulawesi Utara. Dari 140.000 petani dengan 5.600 kelompok dengan umur sekitar 19-39 tahun yang merupakan umur produktif yang adaptip terhadap teknologi digital. Diharapkan dengan dikembangkannya produk kelapa yang bernilai tinggi dapat menarik minat petani milenial, sekaligus akan mampu membuka lapangan kerja dan mengurangi pengangguran, menekan kemiskinan dan urbanisasi serta menumbuhkan wirausaha muda pertanian (Agro- Enterpreneurship)

Luas lahan kelapa di Indonesia mencapai 3,544.393 juta hektar dengan produksi 1,1 ton/ha 2.871.280 ton atau 31,2 persen dari total areal dunia sekitar 12 juta hektar. Daerah penghasil kelapa antara lain Riau 32%, Sumatra 7%, Jawa Timur 23%, Sulawesi utara sekitar 20%. Sebagian besar atau sekitar 98% dari total luas perkebunan indonesia adalah perkebunan rakyat, yang menghidupi jutaan penduduk sehingga menjadi suatu kekayaan negeri yang sangat berharga dan harus diperhatikan Dari perspektif kepemilikan, 98% populasi adalah petani kecil dan merupakan, sumber pendapatan 5,1 juta kelompok tani dan 21 juta jiwa. Di tahun 2017 ekspor kelapa dan produk-produk turunannya, dari US$ 793,3 juta di tahun 2013, menjadi US$ 1,4 milyar (14,1 triliun rupiah) di tahun 2017, atau meningkat sebesar 43%. Nilai ekspor sektor perkebunan sendiri secara umum mencapai Rp. 432,4 triliun atau 96% dari total nilai ekspor pertanian pada tahun 2017. (https://www.jpnn.com/news/ekspor-kelapa-indonesia-luar-biasa). Nilai realisasi ekspor sulut certificate of origin (SKA) 0n line smester I 2019 sebesar USD 1,1 millyar (Perindag Sulut, 2019)

Informasi dari Asian and Pacific Coconut Community, APCC) ada kecenderungan permintaan meningkat beberapa tahun terakhir ini. VCO adalah minyak kelapa yang diproses dari daging kelapa tua dengan tidak menggunakan panas dan bahan kimia, yang umumnya digunakan di bidang kesehatan. Selain pengembangan VCO dan produk lainnya, pengembangan olekimia dalam negeri juga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai ekonomi kelapa. Minyak kelapa diolah menghasilkan asam asam lemak, gliserin, metil ester asam lemak, monoasil gliserol (MAG), diasil gliserol

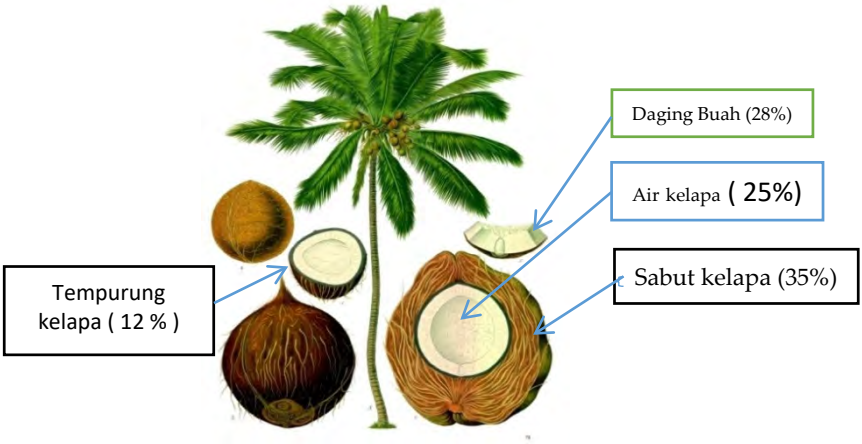
(DAG), ester-ester gula. Bahan-bahan ini dibutuhkan dalam bidang pangan, obat-obatan dan kosmetek termasuk *personal care* seperti sabun mandi, pasta gigi, shampo dan sebaginya. Demikian juga dengan asap cair dari tempurung kelapa memiliki nilai kualitas bahan pengawet, cita rasa dan antioksidan yang baik dibandingkan dengan bahan baku lainnya. Hal ini disebabkan karena pada bahan baku yang keras memiliki kualitas yang lebih baik dimana kandungan ligninnya tinggi. Senyawa-senyawa yang terkandung pada asap cair hasil pembakaran tempurung kelapa terdiri dari : fenol 3,13%, karbonil 9,3%, keasaman 9,6%, dan memiliki pH sekitar 3,2. Saat ini, asap cair dari tempurung kelapa lebih banyak diminati oleh konsumen karena memberikan cita rasa yang khas pada awetan bahan makanan dari pada asap cair yang dihasilkan. Beberapa penelitian melaporkan dapat mengganti borax dan formalin yang sering didapati pada produk makanan awetan (Darmadji, 1996; Pongo, 2001).

Nilai jual produk kelapa akan bertambah jika produk ekspor seperti minyak kelapa kasar (CCO) diolah menjadi minyak siap pakai seperti Virgin Coconut Oli (VCO) dengan memanfaatkan teknogi digital dalam memperbaiki mutu minyak kelapa melalui pengolahan terkontrol dengan peralatan digital yaitu teknologi sentrifugasi dan teknologi membran. Demikian juga dengan hasil samping kelapa seperti tempurung yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dapat diolah menggunakan teknologi digital seperi destilasi asap cair baik dalam bentuk cair maupun bubuk dengan menggunakan pengatur suhu secara otomatis. Selain mendapatkan asap cair dapat diperoleh arang aktif yang berkualitas yang dapat diaplikasi dalam produk pangan maupun farmasi.Pemanfaatan teknologi digital dalam Pengolahan komoditi kelapa diharapkan dapat menarik petani milenial minimal 20% dari 140.000 jiwa yang ada di Sulawesi Utara, untuk bisa menggantikan tenaga kerja yang umurnya sudah di atas 50 tahun. Makalah ini memuat tentang penggunaan teknologi digital dalam memperbaiki mutu minyak kelapa dan memanfaatkan tempurung kelapa sebagai sumber arang berkualitas dan asap cair yang dapat dimanfaatkan dalam produk pangan dan farmasi, manfaat dan nilai tambah yang diperoleh serta prospek pengembangannya ke depan.

KOMPOSISI BUAH KELAPA

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) famili Palmae (berumah satu/monokotil), Genus Cocos, dan Spesies *Cocos nucifera* L. Secara morfologi bagian tanaman kelapa terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah. Pada

buah kelapa, semua bagian buah kelapa mulai dari kulit luar hingga daging buah memiliki kegunaan tertentu. Daging buah yang telah tua dapat dimanfaatkan menjadi minyak kelapa, sedang limbahnya bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak.



Gambar 1. Komposisi buah kelapa.

Buah kelapa berbentuk bulat panjang dengan ukuran bervariasi tergantung varietas kelapa. Buah kelapa terdiri atas sabut (eksokarp dan mesokarp) tempurung (endokarp), daging buah (endosperm) dan air buah. Daging buah kelapa segar kaya akan lemak dan karbohidrat serta protein dalam jumlah cukup. Lemak pada daging kelapa merupakan komponen terbesar kedua setelah air. Kadar lemak daging buah kelapa segar bervariasi menurut pemanenan dan varietas tanaman kelapa.

Kadar lemak pada daging buah kelapa meningkat dengan semakin bertambahnya umur buah dan mencapai maksimal pada umur 12 bulan. Daging buah kelapa yang sudah matang dapat dijadikan kopra, minyak kelapa dan bahan makanan lainnya.

Daging buah merupakan sumber protein yang penting dan mudah dicerna. Komposisi kimia daging buah kelapa ditentukan oleh umur buah Adapun kandungan zat-zat gizi daging buah kelapa, baik kelapa muda, kelapa setengah tua maupun kelapa yang sudah tua ditunjukkan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa pada berbagai Tingkat Kematangan

No.	Jenis Zat	Kelapa Muda	Kelapa Setengah Tua	Kelapa Tua
1.	Kalori (kal.)	68,00	180,00	369,0
2.	Protein (gr)	1,00	4,00	3,4
3.	Lemak (gr)	0,90	15,00	34,7
4.	Karbohidrat (gr)	14,00	10,00	14,0
5.	Kalsium (mg)	7,00	8,00	21,0
6.	Fosfor (mg)	30,00	58,00	98,0
7.	Besi (mg)	1,00	1,30	2,0
8.	Vitamin. A (SI)	0,00	10,00	0,0
9.	Vitamin B1 (mg)	0,06	0,05	0,1
10.	Vitamin C (mg)	4,00	4,00	2,0
11.	Air (gr)	83,30	70,00	46,9
12.	Bdd (%)*	53,00	53,00	53,0

*Keterangan : *) Bdd: Bagian yang dapat dimakan*

Kandungan air, total gula terlarut, gula reduksi dan mineral tertinggi terdapat dalam daging buah kelapa dan menurun ke bagian luar daging buah kelapa. Sementara itu kandungan minyak dan proteinnya meningkat dari bagian dalam ke bagian luar daging buah kelapa. Kandungan seratnya hampir terdistribusi merata ke seluruh daging buah, kecuali di kulit daging buah yang mengandung serat terbanyak sebesar 13,28%.

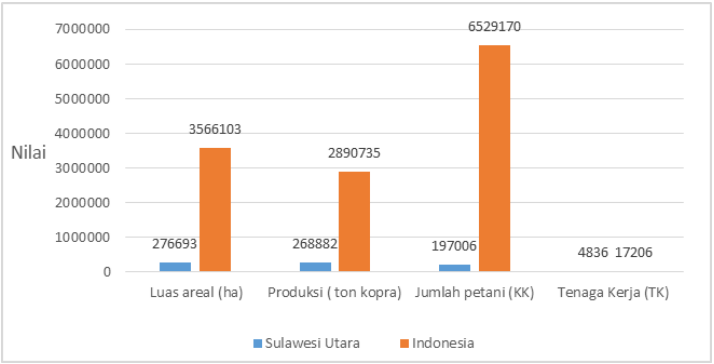
Berdasarkan komposisi daging buah kelapa maka produk kelapa seperti VCO telah dimasukkan dalam daftar makanan yang dianggap aman oleh FDA (Food and Drug Administration), sehingga saat industri makanan menggantikan minyak nabati yang biasanya digunakan dengan minyak nabati sehat yang tidak mengandung trans fat yaitu VCO.

PROSPEK PEMASARAN OLAHAN BUAH KELAPA

Indonesia merupakan negara produsen kelapa terbesar di Dunia dengan produksi sekitar 3,2 juta ton setara kopra per tahun atau setara dengan 16 milyar butiran kelapa. Diperkirakan jumlah konsumsi kelapa butiran rumah tangga di Indonesia berkisar antara 30-45% dari total produksi, sehingga masih tersedia 9-11 milyar butir kelapa yang dapat menjadi bahan baku industri pengolahan berbagai produk kelapa. Pada Gambar 2, dapat dlihat perbandingan luas areal kelapa, produksi, jumlah keluarga tani dan keterlibatan tenaga kerja Sulawesi utara dan skala Nasional. Jumlah KK yang

terlibat dari usahatani kelapa adalah 197.006 dan tenaga kerja 4836 orang. Oleh karena itu dalam mendirikan pabrik pengolahan keterlibatan masyarakat perlu dipertimbangkan.

Industri berbasis kelapa mengikut sertakan masyarakat banyak, sehingga konsekuensinya harus melewati pemberdayaan masyarakat, bukan membuat pabrik besar dengan masyarakat hanya sebagai penonton, tetapi membuat model teknologi yang dapat dikerjakan petani milenial sebagai industri rumah tangga. Oleh karena itu, problem teknis yang di hadapi jelas membutuhkan teknologi terapan yang dapat diaplikasikan di lapangan. Dicontohkan, selain pengolahan minyak kelapa murni, produk arang tempurung dan asap cair yang dihasilkan dari pirolisis dapat dimodifikasi menjadi beberapa produk yang memiliki nilai tambah.



Gambar 2. Histogram perbandingan luas, produksi kelapa, jumlah petani dan penyerapan tenaga kerja Nasional dan Sulawesi Utara

Produk kelapa yang diekspor antara lain Dessicated coconut (DC), Coconut crude oil (CCO), turunan CCO, kelapa bulat, karbon aktif, dan air kelapa yang diekspor ke beberapa negara tujuan seperti PNG, Filipina, China, USA, Belanda, Vietnam, Singapura, Korsel, Jepang, Jerman, Afrika Selatan, Rusia, Turki, Polandia, Kuwait, Uruguay, Malaysia dan Slovakia. Di tahun 2017 terdapat peningkatan yang signifikan ekspor kelapa dan produk-produk turunannya, dari US$ 793,3 juta di tahun 2013, menjadi US$ 1,4 milyar (14,1 triliun rupiah) di tahun 2017, atau meningkat sebesar 43%. Nilai ekspor sektor

perkebunan sendiri secara umum mencapai Rp. 432,4 triliun atau 96% dari total nilai ekspor pertanian pada tahun 2017. (https://www.jpnn.com/news/ekspor-kelapa-indonesia-luar-biasa).

Pada Tabel 2. Dapat dilihat ekspor kelapa Indonesia dan nilai yang diperoleh. Tahun 2017 ekspor kelapa dan turunannya di Sulawesi Utara yakni 703,3 juta $US pada tahun 2013 menjadi 1,4 Milyar $US (14,1 trilyun) pada tahun 2017 atau meningkat 43%. Ekspor non migas Sulawesi Utara sampai Mei 2019 sebesar 55,97 juta $ US dan olahan kelapa 20,69 $US atau 36,97%. Berarti bahwa kelapa memegang peran penting dalam perekonomian Sulawesi Utara. Perembangan harga kopra 6361 $US dan CCO sebesar 1110 $ US.

Tabel 2. Ekspor kelapa dan olahannya serta nilai yang diperoleh TH 2017 dan Sulut semester I tahun 2019.

No	Jenis produk	Volume (kg)	Nilai ($US)	Volume (kg)**	Nilai ($US)**
1	Kopra	48.349.571	33.214.028	7.100.000,00	7.100.000,00
2	Minyak kelapa			64.155.762	64.155.762
3	Minyak kelapa mentah	432.128.704	447.214.028		
4	Fraksi dari minyak kelapa tidak dimurnikan	909.404	1.099.404		
5	Minyak kelapa 1/2 jadi	326.343.263	363.277.145		
6	Kelapa parut kering	85.715.188	363.277.145	8.107.347,00	8.107.347,00
7	Kelapa (kulit)	420.561.389	63.124.880		
8	Kelapa olahan lainnya	88.759.870	18.286.409		
9	Bungkil Kelapa	281481797	46.494.454	31.050.000,0	31.050.000,00
10	Arang Kelapa	106.389.054	68.626.471		
11	Serat kelapa (coir)mentah	15.814.069	4.948.910		
12	Serat Kelapa (Coir) lainnya	19.857.460	6.386.126		
Poduk kelapa dan olahannya Sulawesi utara (2017)			1,4 milyar*		1.386.287.361,6

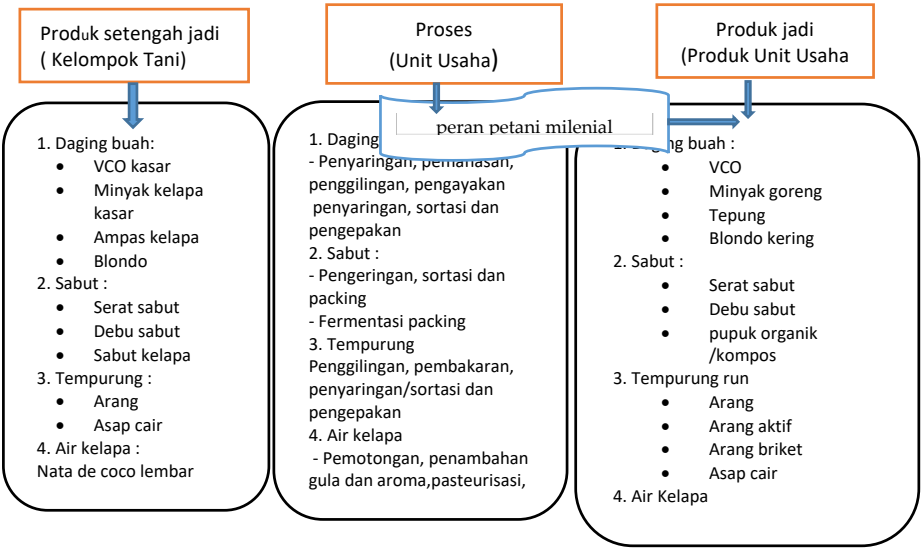
*** data penerbitan SKA/COO IPSKA Sulut (semester I 2019).*

TEKNOLOGI PRODUKSI VCO

Pengolahan Buah kelapa

Kelapa dikenal sebagi pohon kehidupan karena hampir semua bagian tanaman dapat dimanfaatkan bagi kehidupan manusia. Proses produksi kelapa menggunakan beberapa tahapan yang harus diperhatikan. Pengolahan kelapa

secara tradisional tidak lagi menarik bagi generasi milenial yang sarat dengan teknologi digital, sehingga dijumpai tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi buah kelapa rata-rata di atas 50 tahun Gambar 3, dapat dilihat secara garis besar proses produksi olahan kelapa dan peran petani milenial dalam pengembangannya.



Gambar 3. Proses produksi VCO dan peran petani milenial

Dari proses produksi kelapa yang banyak diekspor adalah minyak kelapa dalam bentuk CCO (minyak kasar), yang jika diolah lebih lanjut menjadi produk oleokimia atau dimurnikan sebelum diekspor nilai jualnya akan lebih tinggi. Beberapa peneitian melaporkan bahwa kualitas minyak kelapa yang dihasilkan oleh petani (teknologi existing) rendah disebabkan oleh beberapa hal antara lain penggunaan bahan baku yang tidak seragam, teknik pengolahan yang menggunakan panas yang cukup tinggi dan beberapa factor lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Teknologi existing dan teknologi introduksi

Proses Pengolahan	Teknologi existing	Teknologi Introduksi)
Bahan baku kelapa	Tidak seragam	kelapa tua seragam
Pemarutan	Mesin pemarut	Mesin pemarut stanles still
Pengepresan	Pegepresan ditunda > 1 jam	langsung di pres dengan alat pengepres
Pendiaman santan	Di fermentasi . 1 malam	1 jam
Pemisahan air dan krim	Tidak dipisahkan	Dipisahkan menggunakan kran
Pemanasan	2000C selama 4-5 jam	Pada suhu 95- 1000 C (1 jam)
Tanpa pemanasan	Pancing dengan VCO	Pancingan, VCO yg disarin
Penyaringan	1 kali dengan alat penyaring minyak	kain saring, kertas saring membrane ultrafiltrasi,Zeolit dan arang aktif
Pengemasan	botol gelas, pelastik	Botol gelas, pelastik, kapsulasi

Sumber : Layuk (2010)

Penggunaan alat sentrifugasi merupakan salah satu teknologi moderen yang disukai karena satu kali olahan dapat langsung menghasilkan VCO yang siap kemas. Tidak perlu lagi dilakukan penjernihan atau penyaringan. Prinsip pengolahan minyak cara sentrifugasi yaitu memecah emulsi santan dan memisahkannya berdasarkan berat jenis menggunakan sentrifuse Kecepatan putaran selama sentrifugasi untuk menghasilkan rendemen minyak yang optimal yaitu 300 rpm (Bregaset al., 2010). Cara pengolahan daging buah berkulit ari (paring) diparut dengan mesin parut kelapa. Parutan daging buah ditambah air dengan perbandingan 1:1 (b/v), lalu diperas menggunakan alat pengepres untuk mendapatkan santan. Santan dituang pada wadah plastik transparan yang dilengkapi kran pada bagian bawah.Santan kemudian didiamkan selama +1 jam sehingga akan terbentuk lapisan skim pada bagian bawah dan krim pada bagian atas.

Krim kemudian dimasukkan dalam wadah, diaduk mekanis dengan kecepatan 290 rpm selama +30 menit sampai terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan kaya minyak pada bagian atas dan lapisan bukan minyak pada bagian bawah. VCO yang dihasilkan berwarna jernih dan tidak berbau minyak khas kelapa, daya simpan cukup lama sekitar 10 tahun, proses pembuatannya sangat cepat hanya membutuhkan waktu 15 menit dan kandungan asam lemak dan antioksidan tidak mengalami perubahan. Namun cara pengolahan VCO ini membutuhkan biaya investasi yang mahal karena alat sentrifugal harganya cukup mahal.

Pengolahan VCO seperti ini hanya cocok diterapkan pada industri dengan skala besar dan penelitian di Laboratorium. Selain menggunakan sentrigusasi pengolahan VCO dengan cara pengepresan semi mekanis juga menarik para pemuda milenial karena dengan cara mengeringkan daging buah kelapa dengan alat digital yang disambungkan remout control untuk mengatur suhu dan waktu pengeringan. selanjutnya dilakukan pengepresan secara digital dan akan mengurangi curahan tenaga kerja yang berdampak pada penurunan biaya produksi. Teknologi ini membutuhkan modal investas yang cukup besar, namun kapasitas alat yang cukup besar dapat mengembalikan biaya investasi lebih cepat.

Teknologi membran juga merupakan teknologi tepat guna dikenal sebagai teknologi bersih, produktivitas tinggi, stabil, membutuhkan energi rendah, selektif yang tinggi untuk menghilangkan hampir semua bakteri, gum, koloid air dan semua unsur yang berpengaruhi mutu VCO sehingga teknologi membran berpotensi untuk digunakan dalam pengolahan VCO. Membran adalah penghalang atau pembatas selektif yang diletakkan diantara dua fase, yang mampu untuk melewatkan suatu komponen dengan mudah dan cepat dari komponen lain. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan sifat fisik atau kimia diantara komponen yang tertahan (retentat) dengan komponen yang melewatinya (permeat). Perpindahan melalui membran dapat berlangsung apabila ada gaya dorong (*driving force*) (Mulder, 1996).

Desain modul membran ultrafiltrasi yang digunakan dalam pengolahan VCO berbentuk tubular dengan diameter 14,4 mm. Membran tubular tidak self supporting dan diberikan suatu pendukung yang memiliki lubang yang lebih besar dari pada diameter membran tersebut. Jenis support yang digunakan untuk membran tubular ini dibuat dari pliester woven/ nonwoven (Wenten, 2001). Jenis membran yang digunakan dalam pengolahan VCO adalah membran ultrafiltrasi dan osmosa balik (RO).

Sistem operasi yang digunakan dalam perancangan membran ultrafiltrasi berbasis polisulfon ini adalah sisitem single passs, dimana larutan umpan hanya sekali melalui modul membran. Sistem single pass membutuhkan luas membran yang sedang dan waktu tinggal umpan di dalam membran sangat singkat (Pasang, 2010).

Proses kerja membran dimana santan kelapa pertama-tama dialirkan ke unit pengolahan awal penyaringan untuk menghilangkan kotoran yang berukuran besar yang dapat mengganggu kinerja sistem membran. Minyak

kemudian menjadi umpan pada unit membran ultrafiltrasi. Untuk memisahkan protein dari garam-garamnya dan air melewati membran, sedangkan protein akan bertahan pada membran osmosa balik (RO) untuk memisahkan air dari minyak kelapa.

VCO yang dihasilkan memenuhi standar mutu berdasarkan SNI 7381 : 2008 yaitu minyak yang dihasilkan harus bening tanpa warna, memiliki rasa dan aroma khas kelapa, kadar air maksimum 0,2%, asam lemak bebas maksimal 0,2%, bilangan peroksida maksimal 2 mg ek/kg, asam laurat 45,1-53,2%, cemaran mikroba maksimal 10 koloni/ml (SNI, 2008).

Tabel 4. Penggunaan beberapa alat penyaring dan kualitas VCO yang dihasilkan

Kertas saring	Zeolit	Arang	Teknologi membran
Manual	Manual, mesin pompa	Manual, mesin pompa	Mesin Pompa/ Digital
Mahal, tidak bisa dipakai berulang-ulang (boros)	Murah, bisa dipakai beberapa kali penyaringan	Murah dan mudah diperoleh	Mahal, membutuhkan keahlian untuk pengoperasian dan pemeliharaan
Lama (1 liter/ > 12 jam)	Lebih cepat dari kain saring	Lebih cepat dari kertas saring	Pemisahan berdasarkan ukuran molekul, beroperasi pada temperatur rendah, pemakaian energi relatif rendah
Tidak bisa menyerap air (KA. VCO masih tinggi)	Dapat menyerap air dan menghilangkan bau	Menyerap air,membunuh MO menghilangkan bau	Tidak menggunakan zat pembantu kimia dan tidak ada tambahan produk buangan, bersifat moduler, mudah di scale up dengan dengan memperbanyak unit, dapat dihubungkan dengan jenis operasi lainnya (secara digital) Kadar air maksimal 0,2%.
Tidak terlalu bening	bening	bening kristal	bening kristal, memenuhi Standar SNI

Manfaat VCO

Keuntungan VCO dibanding dengan minyak nabati lainnya adalah memiliki kandungan asam laurat yang sangat tinggi (45-55%), yaitu lemak jenuh rantai sedang yang biasa disebut dengan *medium chain Triglyseride*

(MCT). Mengkonsumsi VCO secara langsung menurut Bruce Fife CNND (2004); dan Darmoyuwono (2006) sangat bermanfaat bagi tubuh kita antara lain:

Sebagai sumber energi tubuh. VCO mengandung asam lemak rantai pendek dan sedang yang tinggi, sehingga tubuh akan membakar terlebih dahulu asam lemak tersebut sebagai sumber energi. Efek terhadap tubuh adalah tubuh akan menjadi energik karena kebutuhan energi dalam tubuh tersuplay dengan cepat.

Sebagai penyembuh penyakit akibat virus, mikroba, protozoa, jamur dan cacing. Penyakit yang disebabkan oleh virus seperti mononukleosis, influenza, hepatitis C, cacar air, herpes, HIV/AIDS, penyakit akibat bakteri seperti TBC, pneumonia, asma, sakit telinga, infeksi tenggorokan, gigi berlubang, keracunan makanan, ifeksi saluran kencing meningitis, penyakit akibat jamur dan ragi seperti candida, jock itch, kadas, athletic foot, ruam karena keringat dan popok, melumpuhkan dan mematikan cacing pita, lice, giardia dan parasit lainnya.

Mengatasi berbagai penyakit akibat gangguan metabolisme dan degeneratif.VCO mampu memperbaiki pencernaan dan penyerapan vitamin-vitamin dan asam amino yang larut dalam lemak, memperbaiki sekresi insulin dan pendayagunaan glukosa darah (mengatasi deabetes melitus), meredakan stres pada pankreas dan sisitem enzim tubuh, mengurangi gangguan kesulitan pencernaan dan cystic fibrosis, memperbaiki penyerapak kalsium dan magnesium, mendukung perkembangan tulang dan gigi, membantu melindungi diri dari serangan penyakit osteoporosis, mengurangi peradangan kronis, mendukung penyembuhan dan perbaikan jaringan tubuh, membantu melindungi tubuh dari kanker payudara, kanker kolon dan kanker lainnya, baik untuk jantung, tidak meningkatkan kolesterol sehingga memperlancar peredaran darah, membantu mencegah sakit jantung, atherosklerosis dan stroke, membantu mencegah tekanan darah tinggi, mengatasi penyakit darah kental yang berpotensi menyebabkan stroke dan berfungsi sebagai antioksidan pelindung. Serta membantu tubuh dari radikal bebas berbahaya yang menyebabkan penuaan dan penyakit degeneratif, mendukung fungsi tiroid, meningkatkan aktivitas metabolik sehingga memberikan efek penurunan berat badan yang alamiah dan stabil.

Sebagai sex oil. VCO bermanfaat dalam aspek seksualitas antara lain: mengatasi kekeringan organ seks, membunuh organisme yang menempel pada organ seks sehingga lebih aman dan dapat mengobati berbagai penyakit

kelamin seperti gonore dan keputihan serta lebih energik. Banyaknya manfaat VCO sebagai produk pangan menyebabkan para peneliti dan pengusaha mengembangkannya dalam berbagai produk seperti baby oil, sabun transparan, shampo, lation dan produk-produk kosmetik lainnya yang mempunyai nilai tambah yang lebih besar dibanding dengan bahan primernya.

Produk pangan modern seperti mentega, mayonase, Dalam memproduksinya memerlukan tenaga yang terampil baik dalam proses pengolahan maupun dalam pemasaran produk. Produk sejenisnya dari bahan lain pada umumnya disenangi oleh para milenial sehingga diharapkan keterlibatannya dalam proses produksi maupun pemasaran lewat promosi dan menjual online seperti tokopedia, shopee, bukalapak yang lagi tren, akan memperlancar usaha, mengurangi biaya transportasi dan tenaga kerja, serta mudah diakses lewat anroid oleh semua kalangan dimanapun berada.

TEKNOLOGI PRODUKSI ASAP CAIR DAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA

Produksi asap cair

Tempurung kelapa adalah bahan baku pembuatan asap cair yang memiliki komposisi kimia bahan dimana terdiri atas kadar air 9,4%, kadar abu 1,0%, sellulosa 43, 6% dan lignin 44, 7 senyawa-senyawa yang terkandung pada asap cair hasil pembakaran tempurung kelapa terdiri dari : fenol 3,13%, karbonil 9,3%, keasaman 9,6%, dan memiliki pH sekitar 3,2. Saat ini, asap cair dari tempurung kelapa lebih banyak diminati oleh konsumen karena memberikan cita rasa yang khas pada awetan bahan makanan dari pada asap cair yang dihasilkan bahan baku lainnya. Asap cair dari tempurung kelapa mengandung berbagai senyawa yang terbentuk akibat terjadinya pirolisis tiga komponen utamanya yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Di tingkat petani pembakaran arang bisanya dilakukan dengan menggunakan drum biasa atau menggali tanah untuk pembakaran tanpa memperhatikan efek sampingnya yaitu menghasilkan asap yang dapat mencemari lingkungan setempat. Pada Tabel 5, dapat dilihat proses pengolahan arang dan asap cair dengan berbagai teknologi.

Asap merupakan dispersi uap asap dalam udara, yang dihasilkan dari proses distilasi kering atau pirolisa biomasa seperti kayu, tempurung, sabut, bambu daun dan lain-lain. Proses pirolisa ini berjalan secara bertahap, diawali

dari tahap pertama penghilang air biomasa pada suhu 120 ºC-150 ºC, diikuti tahap kedua proses pirolisa hemiselulosa pada suhu 150 ºC-200 ºC, kemudian tahap ketiga proses pirolisa selulosa pada suhu 250 ºC-300 ºC, dilanjutkan tahap ke empat proses pirolisa lignin pada suhu 400 ºC.

Tabel 5. Beberapa Teknologi pengolahan arang dan asap cair

Teknologi existing	Sistem drum	Destilasi	Destilasi Mikrokontrol Arduino Uno *
Kondisi tempurung tdk diperhatikan (tingkat kekeringan)	Tempurung kering dan bersih	Tempurung kering dan bersih	Tempurung kering dan bersih dengan ukuran yang sama
Kapasitas pembakaran tidak terbatas (penumpukan)	Kapasitas 90 Kg	Kapasitas 100 kg	Kapasitas 10 Kg
Lama pembakaran tergantung jumlah tempurung	Lama pembakaran 3-4 jam	Pembakaran 3-4 jam	Lama pembakaran 2 jam/ 1kg/0,5 jam
Lama pendinginan tdk memakai batas waktu	Lama pendinginan 5-6 jam	Lama pendinginan 12 jam	Lama pendinginan 5-6 jam
Rendemen 20%	Rendemen 30 – 31%	Rendemen asap cair 45 kg Rendemen arang 45 kg Tar 10 kg	Rendemen arang 30 – 32% Rendemen asap cair 10%
Warna arang hitam tidak merata dan tidak mengkilat	Warna arang hitam mengkilat	Warna arang hitam mengkilat Warna Asap cair coklat kehitaman	Warna arang hitam mengkilat Warna Asap cair coklat kehitaman
Mengeluarkan asap banyak yang dapat mengganggu lingkungan	Menghasilkan asap lebih sedikit dari pembakaran biasa	Asap sedikit	Kelebihan lainnya dapat membaca suhu, laju pembakaran kalor dan produksi asap cair, arang yang dihasilkan masih utuh hitam dan mengkilat. Tidak ada asap yang terbuang

Pada tahap lebih lanjut proses pirolisa akan menghasilkan senyawa - senyawa baru hasil pirolisa produk kondensasi seperti fenol, tar dan senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) yang terjadi pada suhu >500 ºC. (Barylko-Pikeilna N, 1979). Dari hasil pirolisa hemiselulosa, selulosa dan lignin

tersebut didapatkan lebih dari 400 senyawa, diantara senyawa tersebut terdapat 48 jenis asam, 21 jenis alkohol, 131 jenis karbonil, 22 jenis ester, 46 jenis furan, 16 jenis keton dan 71 jenis penol (Darmadji,. 1996).

Tranggono et al. (2014), telah menginisiasi sebuah inovasi pemanfaatan limbah tempurung kelapa yang demikian melimpah untuk perbaikan proses pengasapan tradisional, dilain pihak sebagai upaya memperbaiki proses pengasapan yang tidak ramah lingkungan. Inovasi tersebut berupa pemikiran bagaimana mengubah uap asap berwarna hitam yang tidak dapat dikendalikan serta membahayakan kesehatan tersebut menjadi produk kondensat cair yang lebih dapat dikendalikan untuk proses pengasapan, pengawetan dan pengolahan produk pangan dan hasil pertanian.

Berbasis pada pembuatan arang aktif dengan cara pirolisa yang dengan proses destilasi kering atau pirolisa dan kondensasi merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk mengubah asap jadi produk cair, maka dirancanglah sebuah reaktor pirolisa sederhana untuk produksi asap cair. Alat produksi asap cair skala lebih besar yang dilengkapi dengan pengatur suhu dan waktu.

Alat reaktor pirolisis dengan kapasitas 250 kg per sekali masak tempurung terdiri dari ruang pembakaran (pirolisa), reaktor pirolisis dibalut dengan selimut dari bata dan tanah untuk menghindari panas keluar berlebih,kemudian dilengkapi dengan alat penangkap tar dan seperangkat alat pendingin (kondensasi). Asap dapat diubah menjadi produk cair (asap cair) melalui teknologi pembakaran (pirolisa) dan pengembunan (kondensasi). Melalui teknologi ini dapat dihasilkan asap cair, tar, dan arang dengan perbandingan 45% : 10% : 45%.

Proses produksi yaitu dengan cara masukan sejumlah bahan yang mudah terbakar seperti sabut atau daun kering, di dasar alat pirolisa untuk memudahkan pembakaran, kemudian masukan tempurung hingga memenuhi 1-5 lapis permukaan bawah alat pirolisa. Tutup pintu alat pirolisa dengan rapat, sehingga sebagian besar asap masuk ke dalam pipa dan mengalir hingga ke ruang kondensor. Tampung asap cair dan tar yang keluar melalui alat kondensor.

Proses penampungan dapat berlangsung selama 24 jam. Proses pembuatan asap cair dapat diakhiri dengan cara menutup secara rapat-rapat semua lubang udara yang ada pada alat pirolisa. Pada pembakaran 100 kg tempurung kelapa akan diperoleh sekitar 45 liter produk asap cair, 10 liter tar, dan 45 kg arang.

Produk asap cair yang diperoleh berwarna coklat transparan, rasa asam sedang, dan aroma asap lemah. Untuk menghasilkan 1 liter larutan asap cair murni, maka perlu membutuhkan waktu sekitar 3 jam.

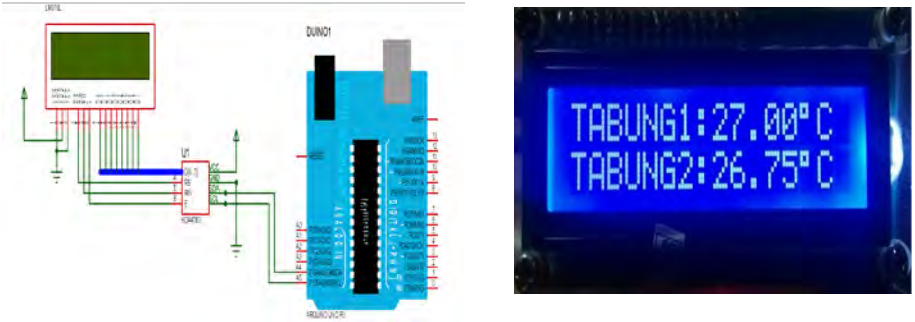
Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana untuk menghasilkan 1 liter asap membutuhkan waktu sekitar 6 jam. Perbedaan waktu yang terpaut sekitar 3 jam disebabkan oleh beberapa factor seperti : jenis peralatan yang berbeda, jumlah asap yang dikondensasikan dari masing-masing peralatan juga berbeda. Proses kondensasi saat berlangsung, dimana perubahan fase asap menjadi asap cair ditentukan oleh banyaknya pelepasan panas yang melalui bak pendingin. Menurut Widjaja (1979), tahapan kondensasi sangat dipengaruhi oleh banyaknya pelepasan panas saat proses pembakaran tidak sempurna berlangsung.

Penggunaan alat destilasi asap cair dengan pengaturan suhu dan waktu dapat membantu memperoleh asap cair dengan produksi yang banyak dengan kualitas yang baik. Hasil penelitian Sompie dan Kendekallo (2017), bahwa dengan pengaturan suhu menggunakan perancangan sensor suhu DS18B20 dan tampilan LCd dengan driver Lcd I2C HD44780 akan muncul tampilan window editor Arduino IDE 1.6.5 (Gambar 4).

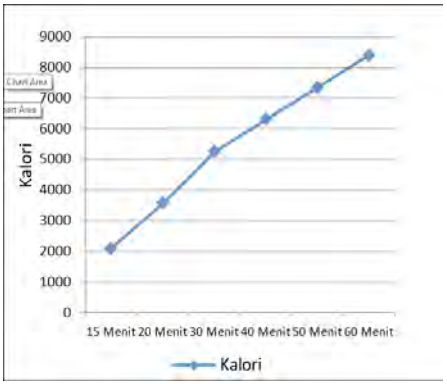
Gambar 4. Alat distilasi asap cair Mikrokontroler Arduino Uno dengan tampilan Tampilan window editor Arduino IDE 1.6.5

Pengujian Liquid Crystal Display (LCD) diuji mengunakan arduino uno untuk mengetahui keadaan tampilan dari LCD. Pengujian kondisi LCD dilakukan dengan menghubungkan pin pada LCD dengan pin I2C HD44780 kemudian pin SDA dan SCL dri I2C di hubungkan pada arduino uno pada pin

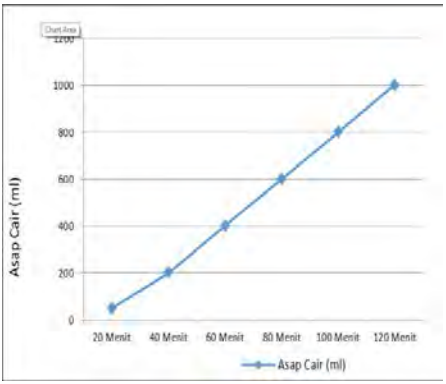
SDA dan SCL. Untuk menguji sebuah LCD maka harus dengan memasukan program ke dalam arduino uno untuk mengaktifkan LCD dengan tampilan karakter. Seperti pada Gambar 5, di bawah ini.



Gambar 5 . Tampilan karakter



Gambar 6. Grafik perbandingan kalori terhadap waktu



Gambar 7. Grafik perbandingan waktu terhadap asap cair yang dihasilkan

Hasil pengujian laju aliran kalor pada kondensor dari hasil pengamatan yang dilakukan bahwa semakin tinggi suhu pada saat pembakaran maka laju aliran kalor dalam 10 menit mencapai kurang lebih 1.000 kalori.

Untuk mengetahui berapa asap cair yang dihasilkan dengan berbagai waktu dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada saat pembakaran selama 120 menit dengan 10 kg

tempurung maka hasil cairan yang didapatkan selama 20 menit mencapai 200 ml sehingga dalam pembakaran 120 menit cairan yang didapatkan mencapai 1.000 ml.

Untuk mengetahui kualitas asap cair yang dihasilkan digunakan TDS Meter yaitu alat untuk mengukur partikel kepaadatan terlarut di air yang tidak tampak oleh mata dengan satuan PPM *(Part Per Million).* Dalam pengujian asap cair yang terkondensasi, diambil dari dua perbandingan air sumur dengan air aqua isi ulang untuk melihat partikel kepadatan. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian partikel kepadatan pada cairan

Perbandingan cairan	**Volume Air (ml)**	**Partikel Kepadatan (PPM)**
Air Sumur	200 ml	208 ppm
Aqua isi ulang	200 ml	68 ppm
Cairan Asap Cair	200 ml	821 ppm

Sumber : Sompie dan Kendekalloet al. (2017)

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa kepadatan cairan pada asap cair sangat tinggi mencapai 821 ppm dibanding dengan air sumur dan aqua isi ulang. Karena pada cairan asap cair masih banyak terdapat kandungan tar, sehingga cairan ini tidak dapat dikomsumsi oleh manusia dan kegunaannya hanya sebagai pestisida atau pembasmi hama dan penghilang bauh kandang. Jika

akan digunakan untuk produk pangan maka dilakukan pemurnian lagi. Dari hasil pembakaran tempurung kelapa diperoleh arang tempurung dan jika diolah menjadi carbon aktif maka akan diperoleh harga yang berlipat ganda.

Biaya tenaga kerja yang digunakan dalam memproduksi 100 kg tempurung kelapa 2 orang (16 jam), maka dengan menggunakan alat digitil Destilasi Mikrokontrol Arduino Uno hanya menggunakan 1 orang (8 jam) atau dapat menghemat tenaga kerja 50%.

Pemurnian Asap Cair Tempurung Kelapa

Asap cair yang diperoleh dari tahap pirolisis termasuk dalam grade 3, masih terdapat kandungan tar dan benzene(a)pyrene tinggi sehingga tidak aman diaplikasikan dalam pengasapan dan pengawet makanan (Pszczola, 1995). Oleh karena itu, dilakukan proses lebih lanjut untuk meningkatkan potensi asap cair dari grade 3 menjadi grade 2 dan 1 yang aman diaplikasikan pada makanan. Proses pemurnian asap cair bertujuan untuk mendapatkan asap cair yang tidak mengandung bahan berbahaya sehingga aman untuk bahan pengawet makanan.

Beberapa tahapan pemurnian asap cair adalah penyaringan dengan karbon aktif dan zeolit (Demarco, 1998). Penyaringan dengan zeolit aktif bertujuan untuk mendapatkan asap cair yang bebas dari zat berbahaya seperti benze(a)pyrene. Sedangkan filtrasi dengan karbon aktif bertujuan untuk mendapatkan bau asap yang ringan dan tidak menyengat. Asap cair grade 1 yang diperoleh setelah penyaringan ini berwarna bening, rasa sedikit asam, beraroma netral, kualitasnya tinggi dan tidak mengandung senyawa yang berbahaya untuk diaplikasikan dalam produk makanan (Oramahi, 2009).

Pemurnian asap cair dilakukan dengan cara destilasi ulang pada asap cair grade 3. Destilasi satu kali akan menghasilkan grade 2. Asap cair yang keluar dari mesin pirolisis masih memiliki kandungan tar yang pekat. Oleh karena itu, cara yang mudah untuk memisahkannya adalah dengan teknik pengendapan beberapa hari sampai diperoleh asap cair yang bening. Menurut Demarco (1998), pemurnian asap cair bertujuan untuk meminimalisir jumlah tar pada asap cair. Proses tersebut dapat dilakukan dengan cara :

Proses Pengendapan

Proses pengendapan sangat efektif karena dapat mengendapkan tar sampai 90% dalam waktu 6 jam. Namun demikian didalam asap cair terdapat senyawa tar yang mempunyai berat jenis yang mendekati berat jenis air bahkan lebih rendah dari air. Proses pemurnian selanjutnya dilakuklan dengan proses redistilasi.

Proses destilasi

Destilasi merupakan proses pemisahan komponen dalam campuran berdasarkan perbedaan titik didihnya, atau pemisahan campuran berbentuk cairan atas komponennya dengan proses penguapan dan pengembunan sehingga diperoleh destilat dengan komponen-komponen yang hampir murni. Dalam pembuatan asap cair, destilasi bertujuan untuk memisahkan tar yang bersifat karsinogenik. Suhu yang dibutuhkan pada destilasi tidak setinggi pada pirolisis. Suhu sekitar 150^{o}C–200^{o}C sudah cukup untuk menghasilkan asap cair yang bagus. Destilasi sederhana dilakukan secara bertahap, sejumlah campuran dimasukkan ke dalam sebuah reaktor destilasi, dipanaskan bertahap dan dipertahankan selalu berada dalam tahap pendidihan kemudian uap yang terbentuk dikondensasikan dan ditampung dalam jerigen plastik. Produk destilat yang pertama kali tertampung mempunyai kadar komponen yang lebih ringan dibandingkan destilat yang lain. Komponen-komponen dominan yang mendukung sifat-sifat fungsional dari asap cair adalah senyawa fenolat, karbonil dan asam. Tetapi asap cair yang baru keluar dari destilasi masih belum langsung dapat digunakan sebagai pengawet makanan.

Pemurnian dengan Zeolit

Filtrasi destilat dengan zeolit aktif bertujuan untuk mendapatkan asap cair yang benar-benar bebas dari zat berbahaya seperti benze(a)pyrene. Dilakukan dengan mengalirkan asap cair destilat kedalam kolom zeolit aktif sehingga diperoleh filtrat asap cair yang benar-benar aman dari zat berbahaya seperti benze(a)pyrene. Hasil yang diperoleh termasuk dalam grade 1 yakni asap cair murni merupakan asap cair tidak berwarna (bening), rasa sedikit asam, aroma netral, serta tidak mengandung senyawa yang berbahaya untuk diaplikasikan ke produk makanan. Asap cair ini dapat dimanfaatkan untuk mengawetkan makanan siap saji, seperti bakso, mie, tahu, dan berbagai bumbu bakar (barbaque). Zeolit bersifat adsorben karena memiliki struktur berongga - rongga, sehingga senyawa tar dan benzopiren yang terdapat dalam asap cair

saat dilewati penyaring zeolit aktif akan terjebak di dalam rongga zeolit, disini zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Sedangkan asap cair yang molekulnya jauh lebih kecil dapat melewati rongga dari zeolit keluar sebagai filtrat yang bebas senyawa tar dan benzopiren, dan zeolit juga dapat melepaskan molekul air dari dalam permukaan rongga sehingga menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama yang menyebabkan terjadinya interaksi saling mengikat antara zeolit dengan senyawa tar dan benzopiren (Setiaji, 2000).

Filtrasi dengan karbon aktif

Filtrasi dengan karbon aktif bertujuan untuk mendapatkan filtrat asap cair dengan bau asap yang ringan dan tidak menyengat. Dilakukan dengan mengalirkan filtrat hasil filtrasi zeolit aktif kedalam kolom yang berisi karbon aktif sehingga diperoleh asap cair dengan bau yang ringan dan tidak menyengat. Asap cair yang dihasilkan masuk dalam grade 1. dan dapat di asap cair yang diperoleh dapat diaplikasikan sebagai pengawet makanan. Karbon aktif memiliki permukaan karbon yang luas dan struktur berongga karena berbentuk granula, sehingga senyawa aromatis yang memilki ukuran molekul yang sama atau lebih kecil dari rongga dapat diadsorpsi saat penyaringan, dengan cara menjebak senyawa aromatis didalam rongga tersebut. Dan sifat kepolaran yang sama antara karbon aktif dengan senyawa aromatis juga menyebabkan terjadinya interaksi saling mengikat, senyawa aromatis yang terjebak akan menyebabkan kandungannya dalam filtrat asap cair setelah dilewati karbon aktif akan berkurang, sehingga diperoleh asap cair dengan aroma asap dan rasa asam yang netral (Demarco, 1998).

Komponen Senyawa Penyusun Asap Cair

Asap cair menurut Girard (1992), mengandung lebih dari 400 senyawa dapat diisolasi dari asap kayu secara keseluruhan yang jumlahnya lebih dari 1000. Senyawa yang berhasil diidentifikasi dalam asap dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan. Senyawa yang teridentifikasi dalam kondensat : Karbonil, keton dan aldehid (45 macam senyawa), fenol (85 macam senyawa), asam (35 macam senyawa), furan (11 macam senyawa), alkohol dan ester (15 macam senyawa), lakton (13 macam senyawa), hidrokarbon alifatik (1 macam senyawa), polisiklik aromatic hidrokarbon (PAH) (47 macam senyawa). Girard (1992) juga mengemukakan bahwa komponen-komponen kimia dalam asap

sangat berperan dalam menentukan kualitas produk pengasapan karena selain membentuk flavor, tekstur dan warna yang khas, pengasapan juga dapat menghambat kerusakan produk.

Ada tiga kelompok senyawa penyusun terbesar dalam asap cair yang bekerja saling sinergis yang berfungsi sebagai pengawet, yaitu Senyawa fenolat diduga berperan sebagai anti oksidan dengan aksi mencegah proses oksidasi senyawa protein dan lemak sehingga proses pemecahan senyawa tersebut tidak terjadi dan memperpanjang masa simpan produk yang diasapkan. Senyawa fenol yang terdapat dalam asap cair terbanyak adalah guaiakol dan siringol. Senyawa lainnya adalah karbonil berperan pada cita rasa dan pewarnaan pada produk yang diasap. Senyawa fenol bertanggung jawab pada pembentukan flavor pada produk pengasapan dan juga mempunyai aktivitas antioksidan yang mempengaruhi daya simpan makan (Girard, 1992). Komponen senyawa fenol yang berperan dalam pembentukan flavor adalah guaiakol, 4-metilguaiakol dan 2,6-dimetoksifenol. Guaiakol berperan memberi rasa asap, sementara siringol memberi aroma asap (Daun, 1979).

Fenol yang mempunyai kontribusi dalam pewarnaan merupakan fenol dengan berat molekul tinggi (di atas 500), memiliki gugus hidroksil yang cukup untuk membentuk ikatan silang dengan protein pada banyak sisi melalui ikatan hidrogen (Daun, 1979). Senyawa fenol juga mempunyai arti penting yang menunjukkan aktivitas antimikrobia. Adanya fenol dengan titik didih tinggi dalam asap juga merupakan zat antibakteri yang tinggi. Senyawa fenol menghambat pertumbuhan populasi bakteri dengan memperpanjang fase lag secara proporsional di dalam bodi atau di dalam produk sedangkan kecepatan pertumbuhan dalam fase eksponensial tetap tidak berubah kecuali konsentrasi fenol sangat tinggi (Barylko dan Pikielna, 1978).

Jenis senyawa karbonil yang ada dalam asap cair antara lain vanilin dan siringaldehida. Senyawa lainnya adalah senyawa asam bersama-sama senyawa fenol dan karbonil secara sinergis sebagai anti mikroba sehingga dapat menghambat peruraian dan pembusukan produk yang diasap. Senyawa-senyawa karbonil yang terdapat di dalam asap cair meliputi formaldehid, glikoaldehid, metilglioksal, diasetil, furfural, aseton dan hidroksiaseton. Diantara komponen karbonil ada 4 komponen yang sangat mempengaruhi yaitu glikoaldehid, metilglioksal, formaldehid dan aseton. Glikoaldehid dan metilglioksal merupakan bahan pencoklat yang aktif dengan gugus amino, tetapi aseton memiliki potensi pencoklatan yang lebih rendah. Formaldehid

mudah bereaksi dengan gugus aminonya tanpa menaikkan intensitas warna coklat. Senyawa karbonil (aldehid dan keton) mempunyai pengaruh utama pada warna (reaksi maillard) sedang pengaruhnya pada citarasa kurang menonjol. Warna produk asapan disebabkan adanya interaksi antara karbonil dengan gugus amino (Girard, 1992). Kandungan senyawa karbonil dari berbagai jenis kayu bervariasi antara 8,56-15,23% dengan variasi rata-rata 11,84% sedangkan untuk tempurung kelapa sebesar 13,28% (Tranggono et al., 1996).

Senyawa asam terbanyak yang terkandung dalam asap cair adalah turunan asam karboksilat seperti furfural, furan dan asam asetat glacial. Senyawa lain yang terkandung dalam asap cair yang bersifat karsinogenik dalam jumlah yang sangat kecil adalah senyawa hidrokarbon polisiklis aromatis (PAH). Pirolisa lanjut bahan biomasa yang terjadi pada suhu tinggi akan mengakibatkan terbentuknya senyawa-senyawa baru hasil pirolisa produk kondensasi seperti fenol, tar dan senyawa *polyciclic aromatic hydrocarbon* (PAH).

Senyawa PAH merupakan salah satu golongan polutan karena sifatnya yang karsinogenik, mutagenik dan sitigenik. Dari 100 lebih senyawa PAH yang telah diketahui, hanya 16 jenis senyawa yang dinyatakan sebagai polutan utama. Salah satu dari 16 jenis ini, benzo(a)pyrene dilaporkan sebagai senyawa PAH dengan efek karsinogenik yang paling berbahaya sehingga benzo(a)pyrene dijadikan indikator adanya PAH dan digunakan sebagai indeks kuantitatif adanya senyawa karsinogen dalam pangan. Benzo(a)pyrene, $C_{20}H_{12}$, adalah lima cincin PAH yang bersifat mutagen, sangat karsinogen, berbentuk padatan kristal kuning yang merupakan senyawa hasil pembakaran tidak sempurna pada suhu antara 350℃ dan 600℃.

Asam-asam yang ada di dalam distilat asap cair meliputi asam format, asetat, propionat, butirat, valerat dan isokaproat. Asam-asam yang berasal dari asap cair dapat mempengaruhi flavor, pH dan umur simpan makanan (Pszczola, 1995). Senyawa asam terutama asam asetat mempunyai aktivitas antimikrobia dan pada konsentrasi 5% mempunyai efek bakterisidal. Asam asetat bersifat mampu menembus dinding sel dan secara efisien mampu menetralisir gradien pH transmembran.

Efek total antimikrobia dari asam organik lemah adalah dihasilkan oleh efek kombinasi dari molekul yang tidak terdisosiasi dan molekul yang terdisosiasi. Efek antimikrobia yang diakibatkan oleh molekul yang tidak terdisosiasi secara langsung dapat mengasamkan sitoplasma, merusak

tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga menyebabkan destabilisasi bermacammacam fungsi dan struktur komponensel. Efek antimikrobia asam organik lemah yang diakibatkan oleh molekul yang terdisosiasi (menghasilkan H+ dan anion) menyebabkan penurunan pH lingkungan hidupnya dan dapat kontak dengan dinding sel bakteri, membran sel, ruang periplasmik dan permukaan luar sitoplasma atau membran sebelah dalam sel sehingga menyebabkan efek perusakan dari sel bakteri. Asam asetat dapat menyebabkan denaturasi enzim dan ketidakstabilan permeabilitas membran sel bakteri sehingga menghambat pertumbuhan dan menurunkan daya hidup sel bakteri. Efek antimikrobia dari asam lemah tergantung pada jenis asam, konsentrasi dan pH asam, pH lingkungan, waktu dan suhu kontak serta spesies/ strain bakteri.

Manfaat Asap Cair Tempurung Kelapa

Pemakaian asap cair mempunyai banyak keuntungan yaitu (1) selama pembuatan asap cair, senyawa PAH dapat dipisah, (2) konsentrasi pemakaian asap cair dapat diatur dan dikontrol serta kualitas produk akhir menjadi lebih seragam, (3) biaya pengasapan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan cara konvensional, dan (4) pemakaian asap cair lebih mudah yaitu dengan cara direndam atau disemprotkan serta (5) mencampurkan langsung ke dalam bahan pangan.

Menurut Wastono (2006), asap cair *(liquid smoke)* dapat digunakan sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil yang memiliki kemampuan mengawetkan bahan makanan seperti daging, ikan, mie, dan bakso. Asap cair dapat juga digunakan sebagai fungisida untuk penanggulangan serangan patogen penyebab penyakit pasca panen hortikultura yang berperan sebagai disinfektan untuk menjamin buah-buahan atau sayuran dari serangan penyakit pasca panen. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cuukup aman sebagai pengawet alami. membahayakan nyawa bila terjadi defisiensi, tetapi memiliki fungsi yang penting bagi kesehatan manusia. saat ini telah banyak dibuktikan secara klinis peran likopen sebagai salah satu senyawa yang berperan pada pencegahan kanker sel epitel terutama kanker prostat, paru, dan saluran cerna.

Asap cair sebagai sumber flavor dan warna

Senyawa fenol merupakan senyawa yang berperan dan bertanggung jawab dalam asap cair memberikan flavor asap (*smoky*) khas atau aroma spesifik yang tidak dapat digantikan dengan cara lain. Fenol dengan titik didih medium seperti guaikol, cugenol dan siringol. Fenol dalam hubungannya dengan sifat sensoris mempunyai bau *pungent kresolik*, manis, *smoky*, dan seperti terbakar. Ada senyawa minor yang memegang peranan penting juga dalam asap yaitu karbonil dan lakton titik didih tinggi, meliputi homolog 1,2-siklopentadion dan 2-butanoic yang mempunyai bau karamel. Furfural dan asetofenon memunculkan aroma *sugary* dan *flowery* yang menyenangkan dan membantu mengurangi flavor dari senyawa fenol. Selain pemberi aroma juga asap cair dapat sebagi pembentukan warna pada pengasapan adalah bahwa warna dihasilkan langsung oleh tar yang terdeposit pada permukaan makanan selama proses pengasapan. Namun deposit tar pada permukaan ini seperti pada selongsong sosis terbuat dari selulosa tidak menghasilkan warna dengan intensitas yang sama dengan yang terdapat pada permukaan bahan makanan berprotein. Hal ini membawa pada dugaan bahwa ada reaksi kimia antara komponen yang terdapat pada asap dan protein dalam makanan. Beberapa peneliti menyatakan bahwa reaksi karbonil-amino penting dalam pembentukan warna.Pewarnaan khas produk asapan berasal dari interaksi antara konstituen karbonil asap dengan gugus amino protein produk menghasilkan warna produk ke kuning keemasan sampai coklat gelap. Pewarnaan ini berkaitan erat dengan parameter teknologi yang digunakan selama pengasapan. Pada pengasapan menggunakan asap cair, warna produk asapan dapat dioptimalkan dengan mengubah komposisinya. Metil glioksal dan glioksal merupakan senyawa karbonil dalam destilat asap tempurung kelapa yang penting dalam pembentukan warna coklat.

Asap Cair Sebagai Pengawet

Pengawet makanan termasuk dalam kelompok zat tambahan makanan yang bersifat inert secara farmakologik (efektif dalam jumlah kecil dan tidak toksis). Pengawet penggunaannya sangat luas, hampir seluruh industri mempergunakannya termasuk industri farmasi, kosmetik, dan makanan. Di bidang kesehatan termasuk farmasi penggunaan pengawet dibatasi jenis dan jumlah penggunaannya. Namun juga banyak pihak yang tidak bertanggung jawab menggunakan bahan pengawet yang dilarang oleh BPOM untuk makanan seperti formalin, yang biasanya digunakan bakso, tahu, ikan dengan

alasan biaya murah dan produk keliatan lebih bagus dan tahan lebih lama. Penggunaan formalin dapat digantikan dengan asap cair, karna harganya yang cukup murah dan alami, penggunaannya ke produk pangan seperti ikan, bakso, tahu, mie dan produk pangan lain punmudah, aman dan efektif jika digunakan sesuai dengan kadar yang telah ditentukan.

Asap cair *(liquid smoke)* dapat digunakan sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil yang memiliki kemampuan mengawetkan bahan makanan seperti daging, ikan, mie, dan bakso. Asap cair dapat juga digunakan sebagai fungisida untuk penanggulangan serangan patogen penyebab penyakit pasca panen hortikultura yang berperan sebagai disinfektan untuk menjamin buah-buahan atau sayuran dari serangan penyakit pasca panen. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cuukup aman sebagai pengawet alami, membahayakan nyawa bila terjadi defisiensi, tetapi memiliki fungsi yang penting bagi kesehatan manusia. Saat ini telah banyak dibuktikan secara klinis peran likopen sebagai salah satu senyawa yang berperan pada pencegahan kanker sel epitel terutama kanker prostat, paru, dan saluran cerna Potensi asap dapat memperpanjang masa simpan produk dengan mencegah kerusakan akibat aktivitas bakteri pembusuk dan patogen. Senyawa yang mendukung sifat antibakteri dalam destilat asap cair adalah senyawa fenol dan asam. Senyawa fenol dapat menghambat pertumbuhan populasi bakteri dengan memperpanjang fase lag secara proporsional di dalam produk, sedangkan kecepatan pertumbuhan dalam fase eksponensial tetap tidak berubah kecuali konsentrasi fenol yang tinggi. Fraksi fenol yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri adalah fenol dengan titik didih rendah (Zuraida et al., 2011).Asam lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri dari pada senyawa fenol, namun apabila keduanya digabungkan akan menghasilkan kemampuan penghambatan yang lebih besar daripada masing - masing senyawa. Selain senyawa fenol masih ada senyawa lain yang berperan menghambat pertumbuhan bakteri yaitu urotropin sebagai derivat dari piridin dan senyawa pirolignin.Komponen antioksidatif asap adalah senyawa fenol yang bertindak sebagai donor hidrogen dan biasanya efektif dalam jumlah sangat kecil untuk menghambat reaksi oksidasi. Derivat senyawa fenol dalam asap cair yang juga bersifat antioksidatif adalah pirokatekol, hidroquinon, guaikol, eugenol, isoeugenol, vanilin, salisildehid, asam 2-hidroksibenzoat dan asam 4-hidroksibenzoat.

Inovasi Aplikasi Teknologi Asap Cair Dalam Bidang Pangan

Asap cair yang digunakan untuk pengawet bahan pangan harus bebas dari senyawa-senyawa berbahaya seperti hidrokarbon aromatik polisiklik (polycyclic aromatic hydrocarbon) atau PAH. Menurut Anonymous (2009), senyawa PAH dapat bersifat karsinogenik. Diantara senyawa-senyawa PAH, yang sering digunakan sebagai indikator tingkat keamanan PAH adalah benzopyrene karena paling tinggi sifat karsinogeniknya. Di beberapa negara seperti Jerman telah menetapkan bahwa batas maksimum bezopyrene dalam produk adalah 1 ppb. Selain bebas dari senyawa-senyawa berbahaya, asap cair yang digunakan sebagai pengawet bahan pangan haruslah memiliki flavor yang dapat diterima konsumen. Pada Tabel 7, dapat dilihat pemanfaat asap cair berdasarkan grade.

Tabel 7. Manfaat asap cair berdasarkan tingkatan grade.

Asam cair grade 3	Asam cair grade 2	Asam cair grade 1
Tidak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik. Digunakan pada pengolahan karet penghilang bau dan pengawet kayu biar tahan terhadap rayap. Cara penggunaan asap pengawet kayu agar tahan rayap dan karet tidak bau adalah : 1 cc asap cair grade 3 dilarutkan dalam 300ml air, kemudian semprotkan atau rendam kayu kedalam larutan.	Asap cair digunakan untuk pengawet makanan sebagai pengganti formalin dengan taste Asap (daging Asap, Ikan Asap/bandeng Asap berwarna kecoklatan transparan, rasa asam sedang, aroma asap lemah Cara penggunaan asap cair grade 2 untuk pengawet pengganti formalin pad ikan adalah: dengan cara celupkan ikan yang telah dibersihkan ke dalam 50 % asap cair, tambahkan garam , biasanya ikan yang diawetkan pakai asap cair grade 2 tahan selama 3 hari	Digunakan sebagai pengawet makanan seperti bakso, mie, tahu, bumbu-bumbu barbaque berwarna bening, rasa sedikit asam, aroma netral, tidak mengandung senyawa yang berbahaya lagi untuk diaplikasikan pada produk makanan. Cara penggunaan: untuk pengawet bakso adalah dengan cara : 15 cc asap cair dilarutkan dalam 1 liter air, kemudian campurkan larutan tersebut kedalam 1 kg adonan bakso, mie atau tahu. Bakso yang memakai pengawet asap cair grade 1 tahan penyimpanan selama 6 hari

Sumber : Yunus (2011); Mariana (2010); Asri(2016).

Inovasi Pembuatan Tepung Asap

Teknologi nanokapsul merupakan teknologi yang sekarang banyak diminati dalam produk pangan modern. Selain dapat mengurangi dan mempermudah penyimpanan serta pengiriman, juga mempermudah dalam aplikasinya. Penanganan dan aplikasi redistilat asap cair, telah dikembangkan inovasi teknologi pembuatan tepung asap menggunakan maltodekstrin sebagai media pembawanya.

Teknologi ini dikenal dengan nama teknik nanokapsul dimana bahan cair disalut dengan bahan berbentuk tepung seperti maltodekstrin, calsium metil cellulose (CMC), gum arab, kitosan dan pektin. (Saloko et al., 2012; Zuidan dan Nedovic, 2010). Dengan berbagai perbandingan redistilat asap cair dan maltodekstrin serta kombinasi metode pengeringan menggunakan kabinet, spray maupun freeze drier akan diperoleh tepung asap cair yang siap untuk dipergunakan sebagai bahan pengawet maupun pemberi flavor produk asap. Tepung asap cair dapat dihasilkan dengan perbandingan 3 bagian redistilat asap cair dan 1 bagian maltodekstrin.

Dengan berbasis pada tepung asap ini dapat dikembangkan menjadi produk bumbu-bumbu siap saji seperti bumbu mangut, saus barbeque serta table smoke siap pakai Dilaporkan juga oleh Ali et al. (2014), bahwa penelitian tepung asap cair dengan variasi enkapsulan K (0,05-0,15% b/v) dan MD (9,85-9,95% b/v) dilarutkan dalam asap cair 225 mLdengan teknik spray drying yang optimal didapatkan bahwa larutan nanopartikel asap cair memiliki pH berkisar antara 2,55-2,64 dengan total padatan terlarut berkisar antara 14-14,8°Brix serta viskositas larutan nanopartikel berkisar antara 8,70-14,90 centipoise (cP). Total fenol nanokapsul berkisar antara 1,38-2,32% dengan efisiensi berkisar antara 22,25-23,21%. Kadar air nanokapsul berkisar antara 9,56-10,73% (dry basis). Dari hasil optimasi, didapatkan kondisi optimum dengan nilai total fenol tertinggi pada konsentrasi kitosan 0,12%, suhu inlet 140,65°C, dan laju alir umpan 5,29 mL/menit. Dari hasil uji morfologi didapatkan bentuk partikel yang bulat dan berkerut (shrinkage). Ukuran partikel nanokapsul yang dihasilkan rata-rata sebesar 29,16nm.

Inovasi Pembuatan Permen Berflavor Asap Rokok

Melihat arti pentingnya rokok, efek yang serius bagi perokok serta efek serius terhadap orang lain dan lingkungannya, maka telah dikembangkan penelitian berbasis teknologi asap cair yaitu optimasi produksi permen rokok

dengan asap cair rokok sebagai saos permen dan juga menggunakan asap cair tembakau dicampur dengan saus rokok sebagai saus permen. Asap cair rokok ataupun tembakau yang dihasilkan, dimurnikan untuk mengeliminasi senyawa toksik tar dan senyawa karsinogen benzopyrene. Permen bercita rasa asap rokok dapat digunakan sebagai pengganti rokok yang aman serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan asap yang mencemari orang lain. Bagi perokok, permen rokok ini dapat membantu para perokok untuk mengendalikan diri tidak merokok di tempat umum dengan hanya menghisap permen rokok. Permen rokok juga dapat digunakan sebagai sarana untuk mengurangi ketergantungan merokok serta membantu usaha berhenti merokok. Permen rokok juga mengurngi resiko keamanan bagi perokok dan jaminan keamanan terhadap asap rokok bagi orang disekitar dan bagi lingkungan. Pada Tabel 8 dapat dilihat perbedaan pengawet asap cair dengan pengawet kimia (formalin).

Tabel 8. Perbandingan Formalin dan Asap cair pada pengawetan pangan

Uraian	Asap cair	Formalin
Asal	Bahan alam,mudah didapat	Bahan kimia, susah didapat
Bau	Khas asap cair	Menyengat khas formalin, aroma terbakar
Efek samping	Aman, tidak ada efek samping	Membahayakan kesehatan
Warna	Kekuningan sampai kecoklatan	Jernih
Keuntungan	Aman bagi kesehatan maupun lingkungan	Berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan
Ekonomis	Ekonomis, harga variatif dari 6.000-15.000 per liter	Lebih mahal , 20.000 per liter
Daya pengawet	Lama	Lama

Arang aktif dan manfaatnya

Indonesia sebagai produsen arang ekspor di pasar dunia, tercatat nomor satu dari lima negara pengekspor arang terbesar di dunia yaitu China, Malaysia, Afrika Selatan dan Argentina. Tercatat tahun 2010, Indonesia mengekspor arang sebanyak 29.867.000 kg yang terdiri dari arang tempurung kelapa (15,96%), arang mangrove (22,31%) dan arang kayu (61,73%) Pembakaran arang menggunakan alat destilasi menghasil asap cair diperoleh juga arang tempurung kelapa berkualitas baik dimana arang yang dihasilkan dengan rendemen sebesar 30-32% dengan arang yang bersih dan mengkilat.

Untuk mengolah arang menjadi arang aktif digunakan suhu yang cukup tinggi yaitu 900 -1.100^{0}C. Pada Tabel 9, dapat dilihat penggunaan dan perbedaan arang biasa, arang briket dan arang aktif.

Tabel 9. Manfaat arang tempurung dam berbagi bentuk

Arang biasa	Arang briket	Arang aktif
Sebagai bahan bakar pengganti Minyak dan kayu bakar **Praktis, mudah dan murah untuk diperoleh** **Mudah dipindah-pindah** **Memiliki daya bakar yang lebih baik dibanding kayu bakar**	Bersih dan tidak berdebu. Mengeluarkan sedikit asap dan tidak berdebu. Abu sisa pembakaran kecil. Menghasilkan kalor panas yang tinggi dan konstan. Menyala terus tanpa dikipas Ramah lingkungan Bahan baku briket arang melimpah.	Dapat berfungsi sebagai filter Dapat mengurangi zat beracun Dapat menyerap emisi gas formaldehida dari formalin Dapat menetralisir dari keracunan Dapat mengurangi pengaruh pembekuan cahaya Dapat meningkatkan presentase pertumbuhan tanaman (semai, anakan) Dapat digunakan sebagai pengawet bahan pangan Dapat dibuat menjadi sabun, cat tembok, pakan ternak, norit, tinta printer

Gambar 8. Alat pembakaran arang aktif dan arang aktif dalam berbagai ukuran

Produksi arang aktif disesuaikan dengan kegunaannya dalam industri makanan, farmasi dan kimia. Pada Tabel 10, dapat dilihat pemakaian arang aktif berdasarkan ukuran mesh.

Tabel 10. Pemakaian dan kegunaan aranf aktif berdasarkan ukuran.

No	Pemakai	Kegunaan	Jenis Mesh
1	Industri Obat Dan Makanan	Menyaring, Menghilangkan Bau dan Rasa	80x30, 325
2	Minuman Keras dan Ringan	Menghilangkan Warna, Bau Pada Minuman	4x8, 4x12
3	Kimia Perminyakan	Penyulingan Bahan Mentah	4x8, 4x12, 8x30
4	Pembersih Air	Penghilangan Warna, Bau Dan Resin	4x8, 4x12, 8x30
5	Bididaya Udang	Pemurnian, Menghilangkan Ammonia, Nitrit, Penol Dan Logam Berat	4x8 4x12
6	Industri Gula	Penghilangan Zatwarna, Menyerap Proses Penyaringan Menjadi Lebih Sempurna	4x8 4x12
7	Pelarut Yang Digunakan Kembali	Penarikan Kembali Berbagai Pelarut	4x8; 4x12 8x30
8	Pemurnian Gas	Menghilangkan Sulfur, Gas Beracun Bau Busuk , Asap	4x8 4x12
9	Katalisator	Reaksi Katalisator Mengangkut Vinil Klorida Vinil Asetat	4x8 4x30
10	Pengolahan Pupuk	Pemurnian, Menghilangkan Bau	8x30

NILAI TAMBAH PRODUK OLAHAN KELAPA

Melihat keunggulan minyak kelapa (VCO) dibanding dengan minyak nabati lainnya yang memeliki kandungan asam laurat yang sangat tinggi (45-55%), yaitu lemak jenuh rantai sedang yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, yaitu dapat menghalau berbagai penyakit yang disebabkan oleh virus, bakteri dan penyakit degeneratif, dan penyakit lainnya. Maka sudah waktunya untuk mempromosikan lewat media elektronik manfaat VCO dan produk yang dihasilkan. Selama ini VCO hanya digunakan untuk produk pangan sebagai minyak goreng, namun beberapa hasil penelitian tentang keunggulan VCO dan manfaatnya untuk kesehatan maka VCO sudah dikembangkan dalam berbagi produk-produk komersial seperti *baby oil*, sabun, shampo, lotion dan produk kosmetik lainnya dan dalam bidang farmasi seperti produk suplemen dengan penambahan bahan lain yang dapat meningkatkan kemampuan VCO dalam menghalau penyakit, juga produk pangan fungsional seperti margarine, mayonase, biskut, *ice cream* dan produk pangan fungsional lainnya. Demikian halnya dengan tempurung kelapa sebagai sumber asap cair dan arang aktif yang dapat dijadikan sebagai bahan pengawet pengganti bahan

kimia dan penjernih minyak maupun cairan lainnya. Sebagai gambaran nilai tambah produk kelapa yang dihasilkan dari berbagai produk dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Produk kelapa dan nilai tambah yang diperoleh

Produk	Harga kemasan	konsentrasi (%)	Nilai tambah (Rp)	Sumber Litertur
Virgen Coconut Oil				
VCO tradisional	Rp. 17.500/ltr	100	0	Layuk et al., 2010
VCO Murni	Rp. 45.000/ltr	100	27.000/ltr	Layuk et al., 2010
VCO rempah	Rp. 25.000/120 ml	80	166.000/ltr	Layuk et al., 2010
Kosmetik (Beby Oil, dll)	Rp 15.000/ 60 ml	50	125.000/ltr	Mulyawati et al., 2010
Minyak Telon Conicare	Rp 7.500/60 ml	50	62,500/ltr	Rindengan, et al., 2004
Minyak tawon	Rp 8.750/60 ml	60	87.500/ltr	Rindengan, et al., 2004
Margarine	Rp 13.000/250ml	80	41.600/ltr	Rindengan, et al., 2004
Mayonase	Rp 6000/100 gr	75	45,000/ltr	Layuk et al., 2017
Biskuit	Rp 8000/200 gr	25	10.000/ltr	Rindengan, et al., 2004
Ice creame	Rp 6000/ 120 gr	20	12.500/ltr	Rindengan, et al., 2004
Produk asap cair				
Grade 1	Rp 51.000/l	100	0	Trisunaryanti,1991
Grade 2	Rp 40.000/l	80	20	Tranggono, 1991
Grade 3	Rp 35.000/l	70	30	Tahir ,1992
Bubuk asap cair	Rp 75.000/kg	80	25.000/kg	Layuk, 2017
Arang tempurung	Rp 15.000/kg	100	5.000/kg	Layuk, 2017
Carbon aktif	Rp 40.000/kg	100	10.000/kg	Tranggono, 1991

PROSPEK PENGEMBANGAN VCO DAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA

VCO, asap cair dan arang aktif merupakan produk olahan kelapa yang banyak diminati dan bernilai ekonomi tinggi. VCO telah dimasukkan dalam daftar makanan yang dianggap aman oleh FDA (Food and Drug Administration) dan berdasarkan struktur kimianya VCO merupakan sumber MCT (Medium-chain triglyceride) yang memberikan 8,3 kkal/gram, lebih dua kali lipat energi yang diberikan oleh karbohidrat, tetapi tidak didepositkan sebagai lemak seperti asam-asam lemak rantai panjang.

Oleh karena itu konsumsi minyak kelapa tidak akan menyebabkan kegemukan atau obesitas (Ening,2000 dan Fife et al., 2002). Sehingga pembuatan produk pangan dari VCO, selain mengurangi suplay kalori, juga dapat mensubsitusi penggunaan minyak dari bahan dasar yang lain, sehingga diharapkan produk pangan yang dihasilkan memiliki sifat fungsional yang berperan dalam meningkatkan kesehatan. Produk VCO modern seperti

mentega, mayonase, biskuit, *Ice cream* dan *vegetable ghee* serta produk kosmetik, baby oil, lation, sabun transparan, shampo dan produk lainnya dapat menarik minat para milenial untuk mengembangkan produk tersebut. Dengan berkembangnya teknologi digital dalam berbagai produk makanan dan minuman maka promosi dan pasar dalam bentuk online sangat diperlukan.

Tempurung kelapa yang diolah menjadi asap cair dan carbon aktif memiliki sifat difusi termal yang baik yang diakibatkan oleh tingginya kandungan selulosa dan lignin yang terdapat di dalam tempurung. Kandunga tar dalam asap cair tempurang kelapa lebih rendah dibanding dengan asap cair dari kayu lainnya. Walaupun asap cair sudah dimurnikan namun dalam aplikasi pada produk pangan sebagai alternatif pengganti pengawet kimia, perlu dikembangkan dengan penuh kehati-hatian.

Tingkat keamanan dan toksisitas pada dosis tertentu telah ditetapkan aman, namun masih perlu terus dikaji dan dipantau pada berbagai faktor. Menurut Erawan (2011) ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain bahan peralatan yang digunakan dalam destilasi asap cair seperti reaktor, pipa serta patri untuk pirolisator harus betul-betul bahan yang aman untuk pangan yang tidak menimbulkan cemaran pada suhu tinggi dan suasana asam. Faktor lainnya adalah jenis bahan baku perlu dicermati, serta suhu dan waktu pirolisa sangat berpengaruh terhadap terbentuknya senyawa polimerisasi lanjut yang toksik dan karsinogen.

Selain foktor tersebut juga proses pemurnian baik proses pengendapan, sentrifugsi, redistilas dsan proses adsorbsi perlu dilakukan dengan seksama untuk menghasilkan asap cair yang tanpa atau rendah benzo(a)pyrene. Faktor lain yang tidak kalah pentingnya adalah dosis pemakaian baik sebagai pengawet dan pemberi flavor perlu dicermati. Konsentrasi dan lama waktu perendaman perlu ditentukan sehingga kandungan senyawa toksik dan benzopyrene pada produk awetan dan produk bercitarasa asap harus tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Inovasi teknologi asap cair yang baru perlu dikembangkan seperti pembuatan tepung asap untuk mempermudah penanganan seperti penyimpanan, pengiriman dan produk bumbu siap saji seperti bumbu mangut, saus barbeque serta table smoke siap pakai. Inovasi lainnya yang dikembangkan adalah permen berflavor asap rokok. Permen bercita rasa asap rokok dapat digunakan sebagai pengganti rokok yang aman serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan asap yang mencemari orang lain.

Bagi perokok, permen rokok ini dapat membantu para perokok untuk mengendalikan diri tidak merokok ditempat umum dengan hanya menghisap permen rokok. Permen rokok juga dapat digunakan sebagai sarana untuk mengurangi ketergantungan merokok serta membantu usaha berhenti merokok. Permen rokok juga mengurngi resiko keamanan bagi perokok dan jaminan keamanan terhadap asap rokok bagi orang disekitar dan bagi lingkungan.

Hasil samping dari teknologi asap cair ini berupa arang tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tanpa asap, cukup efisien dan sebagai bahan baku arang aktif dan filler yang berdaya guna tinggi. Asap cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan baku industri non pangan seperti phenol glue, fuel enhancher, insektisida dan pestisida, serta diproses lagi menjadi minyak bakar yang dapat juga untuk menggerakkan turbin penghasil listrik. Teknologi pembuat minyak bakar dari asap cair atau bio-oil hasil pirolisisa telah dikembangkan di beberapa negara.

Dari berbagai olahan kelapa, generasi milenial memiliki potensi dan andil besar dalam perubahan system dalam pengembangan produk kelapa modern. Untuk dapat membangun kompetensi digital bagi para pelaku agribinis olahan kelapa diera industri 4.0 ialah dengan mengoptimal peran generasi milenial agar mampu menguasai sistem yang berbasis digital. Laporan tahunan yang dikeluarkan We Are Social (2017) menunjukkan, persentase masyarakat Indonesia yang membeli barang dan jasa secara online dalam kurun waktu sebulan di 2017 mencapai 41% dari total populasi, meningkat 15% dibanding tahun 2016 yang hanya 26%. Fenomena ini akhirnya ikut mempengaruhi persaingan bisnis online yang berani menge-mukakan pendapat, dan tidak sungkan berdebat melalui medsos. Berdasarkan laporan iPrice kuartal ketiga tahun 2018 dalam www.iPrice.co.id kategori B2C-business to consumer untuk pelaku usaha bisnis online lokal, yang menempati urutan tertinggi berdasarkan jumlah pengunjung terbanyak ditempati oleh Blibli yaitu 31 juta pengunjung online perbulan. Sedangkan untuk pelaku usaha bisnis online asing, urutan teratas ditempati oleh Lazada yaitu sebanyak 36 juta pengunjung perbulan.

LANGKAH-LANGKAH PENGEMBANGAN KE DEPAN

Permasalahan pengembangan kelapa karena : struktur industri perkelapa belum terpadu, ekspor sebagian besar masih dalam bentuk produk primer, lokasi kebun kelapa yang terpencar dan jauh dari pusat industri dan sulit

dijangkau oleh sarana transportasi. Rendahnya kesejahteraan petani kelapa (monokultur), produk yang dihadirkan di tingkat petani masih produk primer (kelapa butiran, kopra dan minyak klentik, perkebunan rakyat dengan kepemilikan lahan terbatas dan penerapan teknologi yang belum utuh serta harga sangat fluktuasi. Kampanye gelap kompetitor minyak nabati juga sangat berpengaruh pada pengembangan kelapa.

Mengingat sekitar 98% pengembangan kelapa di Indonesia merupakan perkebunan rakyat, maka dalam pengembangannya perlu melibatkan masyarakat banyak. Sehingga diperlukan pembinaan masyarakat dalam bentuk pelatihan teknologi, khususnya generasi milenial yang dapat terjun langsung dalam industri pengolahan kelapa. Struktur industri dibangun secara terpadu tidak bersifat parsial, sehingga diperoleh nilai tambah optimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan, maka perlu kebijakan untuk membangun industri kelapa terpadu dengan unit pengolahan yang dapat menghasilkan beragam produk sehingga dapat meningkatkan nilai tambah. Dalam pengembangannya, diperlukan kesiapan sumberdaya manusia dalam menghadapi era Industri 4.0. Untuk dapat mengatasi permasalahan dalam implementasinya, dilakukan peningkatan kemampuan sumberdaya manusia (SDM) tidak hanya pada bagaimana peningkatan produksi dan produktivitas tanaman tetapi juga peningkatan kemampuan petani dalam proses peningkatan nilai tambah. Generasi muda memiliki potensi dan andil besar dalam perubahan sistem pertanian di Indonesia. Untuk dapat membangun kompetensi digital bagi para pelaku agribinis diera industri 4.0 ialah dengan mengoptimal peran generasi milenial agar mampu menguasai sistem yang berbasis digital. Optimalisasi kinerja kelembagaan ditingkat petani dan penyuluh pertanian dalam peningkatan SDM akan memberikan dampak yang positif guna mendorong terciptanya penyediaan layanan informasi pertanian yang lebih kompetitif, efisien, dan efektif. Kemampuan menguasai sistem berbasis digital mutlak harus dikuasai oleh petani kelapa terutama generasi milenial dikarenakan kedepan kapabilitas produksi akan berlandaskan kepada konektivitas dan *Internet of Thing*, otomasi secara masif dengan memodifikasi rantai nilai dan model bisnis berdasarkan referensi pengetahuandan peningkatan keterampilan generasi milenial melalui pelatihan/ kursus, magang dan bantuan peralatan, analisis dan pertukaran nilai serta adaptasi terhadap teknologi eksisting.

Ketersediaan bahan baku industri pengolahan, harus diimbangi dengan peningkatan produksi dan produktivitas. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan melakukan intensifikasi di sentra-sentra pertanaman kelapa serta melakukan peremajaan dengan menggunakan bibit unggul dan perluasan pada daerah daerah yang secara agroekologi sesuai dengan tanaman kelapa. Pembenahan komponen utama untuk mendukung industri kelapa seperti penyediaan bahan baku yang cukup dan berkelanjutan, penyempurnaan prasarana dan sarana transportasi serta fasilitas pengangkutan merupakan kritikal point dalam merebut pangsa pasar ke depan yang lebih besar. Keterlibatan pemerintah dalam membuka akses untuk kerjasama bisnis pengolahan kelapa dengan investor dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan volume dan nilai ekspor kelapa.

PENUTUP

Mengembalikan kejayaan kelapa nasional dan meningkatkan kesejahteraan petani serta keberlanjutan industri, memerlukan penerapan inovasi di berbagai bidang. Gerakan nasional (Gernas) dengan memanfaatkan semua potensi dan sumber daya serta komitmen yang tinggi dari pengambilan kebijakan dan stakeholders dalam mengembangkan produk berkualitas dan berdaya saing tinggi, sangat diperlukan ke depan dalam menghadapi era Industri 4.0. Keterlibatan petani milenial diharapkan menjadi penggerak dalam mengembangkan produk kelapa dalam berbagi bentuk olahan modern dan kemasan yang menarik dengan mempromosikan khasiat dan manfaat dari olahan kelapa, yang dapat menarik konsumen dan pasar lewat penjualan online seperti lazadda ,blibli, shopee, tokopedia, bukalapak dan penjualan dalam bentuk lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, D.Y., Darmadji Purnama, dan Yudi Pranoto. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. Penelitian J. Teknol. dan Industri Pangan Vol. 25 No. 1 Th. 2014 ISSN: 1979-7788 Terakreditasi Dikti: 80/DIKTI/Kep/2012 23.

Ayudiarti, L. D., dan N.R. Sari. 2010. Asap cair dan aplikasinya pada produk perikanan. Squalen. 5: 101-108.

Asri, Hana Nuralan. 2016. Aplikasi Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Terhadap Umur Simpan Sosis Sapi. [Skripsi]. Bandung (ID):Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

Aditiya, R., H. Rusmatilin, dan L.N. Limbong. 2014. Optimasi Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Penambahan Ragi Roti (*Saccharomyces erevisiae*) dan Lama Fermentasi dengan VCO Pancingan. Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian., vol.2 no.2 th. 2014. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan (ID).

Alamsyah. 2005. Perpaduan Sang Penakluk Penyakit (VCO + Buah Merah). Jakarta (ID): PT Agromedia Pustaka.

Bregas, S., T. Sembodo, A. Noorlyta, dan N. E. Laila M. 2010. Pengaruh kecepatan putar pengaduk proses emulsi santan buah kelapa menjadi virgin coconut oil (VCO). Ekuilibrum. 9(1): 17-22.

Bregasson, G., J. Arnfinnsson, S.M. Karlsson, O. Steingrimsson, and H. Thormar. In vitro inactivation of Chlamydia trachomatis by fatty acids and monoglycerides. Antimicrobial Agents and Chemotherapy 1998 : 42 : 2290-2294. dkk., 2010.

Dego, Yusa Ali, Purnama Darmadji, dan Yudi Pranoto. 2014.Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. Penelitian J. Teknol. dan Industri Pangan Vol. 25 No. 1 Th. 2014 ISSN: 1979-7788 Terakreditasi Dikti: 80/DIKTI/Kep/2012.

Demarco. 1988. http://alcoconut. multiply. Com /journal /item /6/ ASAP_CAIR (LIQUID SMOKE).

Dijen PPHP Kementerian Pertanian. 2017.

Erawan, A. 2011. http://elang biru 3004.blog spot. Com. Pemurnian Asap-cair.html.

Jamilatun, S. & Salamah, S., 2015, Peningkatan kualitas asap cair dengan menggunakan arang aktif, Prosiding Simposium Nasional Teknologi Terapan 3, hlm. 19-24.

Karow, dan P. Layuk, 2015. Teknologi Pengolahan Minyak kelapa dengan bebertapa cara ekstraksi. Proseding Seminar Nasional Agroinovasi Mendukung Kedaulatan Pangan, manado, 9 Oktober 2015. Balai Besar Pengkajian dan pengembangan Teknologi Pertanian.

Khairul Ihwan. 2015. Studi Kelayakan Investasi Pabrik Asap Cair di Pulau Kijang. Skripsi Program Studi Teknik Industri, Fak Sains dan Teknologi, Univ Sunan Kalijaga, Yogyakarta. hal.

Layuk, P., M. Lintang, dan J.G. Kindangen. 2010. Pengolahan Virgin Coconut Oil dan Analisa ekonominya. Proseding Seminar BPTP Sulut.

Layuk, P., N. Rita, G.H. Yoseph, dan Bahtiar, 2010 Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO) Rempah. Proseding Konprenensi Nasional kelapa VII, Akselerasi Revitalisasi Agribisnis Perkelapaan Nasional. Buku 1. hlm. 220 -225.

Layuk, P. 2006. Pengaruh Penambahan Rempah pada Kualitas Virgin Coconut Oil . Jurnal Kesehatan Politeknik Kesehatan Manado.

Mulyawati, Ira, A.N.A. Syach, N. Setyawan, dan Rindengan Barlina. 2010. Kajian Karakteristik baby Oil Barbahan dasar Virgin Coconut Oil. Proseding Konprenensi Nasional kelapa VII, Akselerasi Revitalisasi Agribisnis Perkelapaan Nasional. Buku 1. hlm. 226 -234.

Muis, A. 2014. Pengembangan Ekstrak Minor Virgin Coconut Oil sebagai Pangan Fungsional. Komunikasi Baristand Industri Manado.

Oramahi, H. A., and F. Diba. 2013. Maximizing the production of liquid smoke form bark of durio by studying its potential compounds, Procedia Environmental Sciences. 17: 60-69.

Perindag Sullut, 2019. Laporan ekspor perkebunan semester I tahun 2019.

Pongoh, J. 2001. Penggunaan Campuran Asap Cair Kalium Sorbat Secara Infiltrasi dan Tekanan Saat Pengemasan terhadap Kestabilan Mutu Filet Tongkol (*Euthynnus* spp.) Asap. Malang (ID): Program Pascasarjana UNIBRAW.

Pszczola, D.E. 1995. Tour Highlights Production and Uses of Smoke Based Falvors. J. Food Tech. (49) : 70 – 74.

Pasang, Patriks M. 2010. Pemanfaatan Teknologi Membran dalam Pengolahan Virgin Coconut Oil. Buku 1. Hal : 244 -253.

Pontoh, J., M. Br. Surbakti, dan Papilaya. 2008. Kualitas Virgin Coconut Oil Dari Beberapa Metode Pembuatan. Chem. Prog. Vol. 1, No. 1. Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRAT Manado (ID).

Rindengan Barlina. 2004. Substitusi Virgin Coconut Oil (VCO) pada Pengolahan Produk Pangan. Proseding Konprenensi Nasional kelapa VII, Akselerasi Revitalisasi Agribisnis Perkelapaan Nasional. Buku 1. hlm. 235-243.

Rukmini, A., dan S. Raharjo. 2010. Pattern of peroxide value changes in virgin coconut oil (VCO) due to photo-oxidation sensitized by chlorophyll. Journal of the American oil Chemists Society. 87 : 1407-1412.

Reisna Ayuwanda. 2016. Aplikasi Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Umur Simpan Bakso Daging Sapi (Bovine Sp.). [Skripsi]. Fakultas Teknik Unpas.

Saloko, S., P. Darmadji, B. Setiaji, dan Y. Pranoto. 2012. Structural analysis of spray dried coconut shell liquid smoke powder. J Teknol dan Industri Pangan 23: 173-179. DOI: 10.6066/jtip. 2012.23.2.173.

Saloko, S., P. Darmadji, S. Bambang, dan P. Yudi. 2014, Antioxidative and antimicrobial activities of liquid smoke nanocapsules using chitosan and maltodextrin and its application on Tuna fish preservation. Food Bioscience. 7 : 71-79.

Salamah, S., dan Siti Jamilatun. 2017**.** Pemanfaatan Asap Cair Food Grade Yang Dimurnikan Dengan Arang Aktif Sebagai Pengawet Ikan Nila. JURNAL EKSERGI. VOL 14 NO 2. TAHUN 2017.

Setiaji, B. 2010. Penerapan Pengolahan Kelapa Terpadu dalam Membangun Agroindustri di Pedesaan. Proseding Konprenensi Nasional kelapa VII, Akselerasi Revitalisasi Agribisnis Perkelapaan Nasional. Buku 1. hlm.15-26.

SNI, 2008 . SNI 7381 : 2008. Syarat Mutu Minyak kelapa Virgin (VCO) Badan Standarisasi Nasional.

Sompie, S.R.U.A., dan K.A. Elia. 2017. Perancangan Alat pembuat cairan Disenfektan dari bahan Tempurung Kelapa berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Manado (ID): Universitas Sam Ratulangi.

Yunus, M. 2011, Teknologi pembuatan asap cair dari tempurung kelapa sebagai pengawet makanan. Jurnal Sains dan Inovasi. 7(1): 53-61.

Zuidan, N.J., and V.A. Nedovic. 2010. Encapsulation Technologies for Food Ingredients and Food Processing. New York City, NY (US): Springer.

Zuraida, I., Sukarno, S. Budijanto. 2011. Antibacterial activity of coconut shell liquid smoke (CS-LS) and its application on fish ball preservation. Int Food Res J. 18: 405-410.

DISEMINASI TEKNOLOGI MEMPERKUAT PERTANIAN LOKAL

Penyuluh Pertanian: Kesiapan Menghadapi Dampak Revolusi Industri Pertanian 4.0

Conny N Manoppo dan Yusuf

Revolusi industri 4.0 merupakan tantangan menuju pertanian modern, guna mencapai swasembada pangan berkelanjutan. Kementerian Pertanian (2019) mengatakan, ada lima teknologi utama yang menopang implementasi revolusi industri pertanian 4.0, yaitu: basis internet (*internet of things*/IoT), super komputer (*artificial inteligence*), kendaraan tanpa pengemudi (human - machine interface), teknologi robotik (*smart robotic*), serta teknologi 3D Printing. Schwab (2015) mengatakan, revolusi industri 4.0 melalui digitalisasi di berbagai bidang akan menghubungkan jutaan manusia melalui web, secara tajam meningkatkan efisiensi bisnis dan organisasi, serta memperbarui lingkungan hidup melalui manajemen asset yang lebih baik. Tetapi menurut Tjandrawinata (2016), revolusi industri 4.0 pun bisa menyebabkan pengkerdilan dan marjinalisasi beberapa kelompok.

Peningkatan sektor pertanian modern berbasis revolusi industri 4.0 guna memenuhi ketersediaan pangan, harus mampu memanfaatkan teknologi digital berbasis internet. Berkembangnya teknologi informasi dan multimedia berdampak pada peningkatan kualitas sumber daya tenaga penyuluh, sehingga diperlukan tenaga penyuluh yang kompeten, karena tuntutan era saat ini adalah, kecepatan informasi dan kreativitas. Diakui kehadiran komponen teknologi telah mentransformasi sebagian dari penyuluh pertanian dalam berinteraksi dan mengarahkan efisiensi usaha dan peningkatan daya saing produk pertanian.

Penyuluh pertanian dituntut untuk memahami dan menguasai teknologi informasi dan komunikasi secara aktif, selain dari ilmu-ilmu mengenai pertanian. Penyuluh harus dapat mengoptimalkan penggunaan cyber extension sebagai sarana/media informasi, sehingga nantinya akan menciptakan suatu usaha tani yang lebih produktif dan efisien. Anwas (2011)

menyatakan, untuk dapat menciptakan suasana pembelajaran yang lebih baik bagi petani, penyuluh harus mampu menciptakan petani untuk terbiasa belajar melalui berbagai media belajar. Amanah et al. (2008) menyatakan bahwa, antara penyuluh dengan petani dan kompetensi penyuluh, sangat berhubungan dengan kelanjutan program, dan hal ini pun perlu didukung oleh kebijakan penyuluhan di masing-masing lokasi.

Di era digitalisasi informasi saat ini, banyak pilihan media belajar yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan penyuluh, namun kenyataannya kompetensi penyuluh masih rendah. Yumi (2011) menyatakan bahwa, kompetensi penyuluh mempengaruhi intensitas belajar petani. Kemajuan teknologi digital, ternyata belum diimbangi dengan kesiapan penyuluh pertanian. Padahal, penyuluh pertanian memiliki peran strategis dalam mendiseminasikan teknologi pertanian. Penyuluh pertanian hingga saat ini masih banyak yang belum melek teknologi. Zahron (2013) menyatakan, faktor dominan yang mempengaruhi kesiapan penyuluh dalam pemanfaatan cyber extension adalah karakteristik individu yakni, umur dan lama menjadi penyuluh. Sejalan dengan pendapat Veronice (2013) dan Wijaya (2015), faktor karakteristik penyuluh memiliki hubungan sangat nyata dengan tingkat pemanfaatan TIK, khususnya umur, dan masa kerja.

Hingga saat ini lembaga penyuluhan di Indonesia, masih mengalami berbagai kendala teknis dan operasional. Ini disebabkan karena adanya transisi kelembagaan, keterbatasan jumlah penyuluh dan penguasaan terhadap perkembangan teknologi informasi. Pusat Penyuluhan Pertanian (2018) menyebutkan, jumlah penyuluh pertanian PNS sebanyak 25.377 orang, dan CPNS serta Tenaga Harian Lepas Tenaga Bantu Penyuluh Pertanian (THL TBPP) di Indonesia saat ini mencapai 16.622 orang, dengan wilayah desa berbasis pertanian mencapai 79.063 dan 8.412 Kelurahan. Di Sulawesi Utara, terdapat 875 jumlah PPL= PNS dan Tenaga Harian Lepas (THL), 167 Balai Penyuluhan Pertanian, (Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Sulut 2018), serta 1.507 desa

Kondisi tersebut mencerminkan, terdapat ketimpangan antara jumlah penyuluh dengan jumlah desa binaan, sehingga untuk memenuhi kebutuhan satu desa satu penyuluh sebagai amanat Undang-undang Nomor 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani, sulit dipenuhi. Tidak jarang penyuluh menangani lebih dari satu desa wilayah binaan. Kurangnya

kuantitas penyuluh ini menuntut optimalisasi dari kinerja penyuluh untuk mendukung pembangunan pertanian. Di sisi lain, kesempatan diklat bagi penyuluh sangatlah terbatas.

Kompleksitas tugas penyuluh dan kendali tugas yang semakin luas dengan kompetensi yang mereka miliki, menjadi faktor pembatas dalam bidang penyuluhan pertanian. Hal ini tentu berdampak kepada kualitas pelayanan dan efektivitas penyuluhan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan upaya untuk meningkatkan kinerja penyuluh dengan biaya murah dan tidak dipengaruhi oleh jarak dan waktu, yaitu dengan pemanfaatan internet, misalnya cyber extension. Kebijakan strategis perlu dirumuskan dalam berbagai aspek mulai dari sumberdaya, kelembagaan, serta pengembangan infrastruktur termasuk di dalamnya adalah cyber extension. Tulisan ini bertujuan, menguraikan sejauhmana kesiapan penyuluh pertanian di Sulawesi Utara dalam menghadapi revolusi industri 4.0, meliputi: kondisi eksisting kelembagaan penyuluhan, kelembagaan petani, dan kondisi infrastruktur yang ada, serta upaya memperkuat kesiapan penyuluh pertanian menghadapi era industri 4.0.

KELEMBAGAAN PENYULUHAN DI SULAWESI UTARA

Penyuluhan adalah proses atau upaya berencana yang dilakukan melalui sistem pendidikan non formal dengan tujuan mengubah perilaku (sikap, pengetahuan, keterampilan) klien menjadi lebih baik, agar mampu memecahkan tantangan yang dihadapi, serta meningkatkan kualitas hidupnya. Untuk itu, penyuluhan harus mampu menciptakan kondisi masyarakat yang aktif dan berdaya dalam meningkatkan kualitas kehidupannya. Menurut Sumardjo (1999), filosofi dan prinsip-prinsip penyuluhan adalah partisipatif, dialogis, konvergen, dan demokratis, sehingga memberdayakan, bukan praktik-praktik penyuluhan yang bersifat top down, linier serta bertentangan dengan filosofi pembangunan manusia. Menurut Asngari (2004), penyuluhan adalah kegiatan mendidik, bukan memaksa terjadinya perubahan perilaku SDM-klien. Karena itu, agen perubahan perlu menguasai ilmu mendidik, baik pada pedagogik maupun andragogik.

Kegiatan penyuluhan terfokus pada pembangunan sumber daya manusia. Asngari (2004) mengemukakan ada tiga peran utama penyuluh yaitu: (1) peleburan diri dengan masyarakat sasaran, (2) menggerakkan masyarakat untuk melakukan perubahan berencana, dan (3) memantapkan hubungan

sosial dengan masyarakat sasaran. Mosher (Mardikanto, 1993) mengemukakan, seorang penyuluh harus mampu melakukan multi peran yaitu: (1) sebagai guru, artinya harus terampil menyampaikan inovasi untuk mengubah perilaku sasarannya; (2) sebagai analisator, artinya harus memiliki keahlian untuk melakukan pengamatan terhadap keadaan, masalah, dan kebutuhan masyarakat sasaran; (3) sebagai konsultan, artinya harus memiliki keterampilan dan keahlian untuk memilih alternatif perubahan yang paling tepat, secara teknis dapat dilaksanakan, secara ekonomi menguntungkan dan dapat diterima oleh nilai-nilai budaya sosial setempat, dan (4) sebagai organisator, artinya harus memiliki keterampilan dan keahlian untuk menjalin hubungan baik dengan segenap lapisan masyarakat, mampu menumbuhkan kesadaran dan menggerakkan partisipasi masyarakat, mampu berinisiatif bagi terciptanya perubahan-perubahan, dapat memobilisasi sumberdaya, mengarahkan dan membina kegiatan maupun mengembangkan kelembagaan yang efektif untuk melaksanakan perubahan yang direncanakan.

Fungsi penyuluhan pertanian di Provinsi Sulawesi Utara belum berjalan optimal, karena perhatian pemerintah daerah pada tenaga penyuluh dan penyelenggaraan penyuluhan pertanian belum optimal (Dinas Pertanian dan Peternakan Sulawesi Utara, 2018). Selanjutnya dikatakan pula, masih beragamnya bentuk kelembagaan penyuluh pertanian di Kabupaten/Kota menyebabkan materi dan metode penyuluhan belum sepenuhnya mendukung pengembangan agribisnis komoditas unggulan daerah, serta mobilitas penyuluh belum lancar.

Sumberdaya penyuluh di Sulawesi Utara terdiri atas tenaga Aparatur Sipil Negara (ASN), Tenaga Harian Lepas/Tenaga Bantu serta Penyuluh swadaya dan Swasta (Tabel 1), dengan total penyuluh sebanyak 2.231 orang. Jumlah tersebut belum didukung oleh kompetensi penyuluh. Kompetensi yang dimiliki oleh penyuluh belum sesuai dengan kebutuhan pelaku utama dan pelaku usaha. Salah satu penyebab kurang atau rendahnya kompetensi penyuluh adalah kegiatan peningkatan kompetensi penyuluh melalui pendidikan dan latihan dalam rangka peningkatan kemampuan penyuluh sudah jarang dilakukan.

Turere (2013) mengatakan faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan kemampuan penyuluh adalah kurangnya perhatian instansi dalam memberikan program pendidikan pelatihan yang sesuai bagi penyuluh. Sejalan

dengan hasil penelitian Manoppo (2017), rendahnya kemampuan dan kinerja penyuluh dalam menjalankan tugasnya menyebabkan menurunnya kredibilitas penyuluh di mata petani.

Tabel 1. Data Tenaga Penyuluh Pertanian di Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2018

No	Prov/Kab/Kota	Penyuluh Pertanian			Jumlah Lainnya		Total
		ASN	THL-TB				
			APBN	APBD	Swadaya	Swasta	
1	Provinsi						
	a. BPTPP	18	-	-	-	-	18
	b. BPTP Balitbangtan Sulut	18	-	-	-	-	18
2.	Minahasa	122	-	2	75	1	200
3.	Minahasa Utara	49	9	-	-	-	58
4.	Minahasa Selatan	72	7	5	840	-	924
5.	Minahasa Tenggara	36	5	-	-	-	41
6.	Bolaang Mongondow	97	14	-	112	-	223
7.	Bolaang Mongondow Utara	38	3	17	82	1	141
8.	Bolaang Mongondow Timur	42	-	-	65	-	107
9.	Bolaang Mongondow Selatan	17	-	19	-	-	36
10.	Kepulauan Sangihe	29	5	-	87	-	121
11.	Kepulauan Talaud	27	8	-	67	-	102
12.	Kepulauan Sitaro	8	-	-	7	-	15
13.	Manado	29	5	10	-	-	44
14.	Bitung	25	5	42	-	-	72
15.	Tomohon	62	1	-	-	-	63
16.	Kotamobagu	24	5	-	19	-	48
	Jumlah	713	67	95	1.354	2	2.231
15.	Tomohon	62	1	-	-	-	63
16.	Kotamobagu	24	5	-	19	-	48
	Jumlah	713	67	95	1.354	2	2.231

Sumber: Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Sulawesi Utara (2018).

Petani menganggap penyuluh sebagai pemberi informasi hanya sekedar menjalankan tugas atau memberi instruksi sesuai dengan petunjuk teknis pelaksanaan program yang ditugaskan kepada mereka, terlebih program top down, serta informasi yang diberikan belum semuanya sesuai dengan keinginan dan kebutuhan petani beserta kelompoknya. Oleh karena itu, peran dari pemberi informasi dalam menyebarkan informasi perlu ditingkatkan dengan mengemas ulang informasi yang tersedia agar lebih mudah dipahami oleh petani.

Pemanfaatan teknologi informasi sebagai sarana untuk mempermudah dan mempercepat akses ke sumber informasi (cyber extension) merupakan salah satu jawaban yang patut diperhitungkan untuk menangkap peluang bagi peningkatan kesejahteraan petani dalam menghadapi persaingan global. Pertanyaannya, bagaimana pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sebagai sarana akses informasi menjangkau seluruh petani dapat digunakan oleh penyuluh pertanian?. Mittal et al. (2010) mengatakan, teknologi informasi dan komunikasi serta layanan pertanian secara mobile, merupakan instrumen yang bisa menyampaikan layanan penyuluhan dan membantu meningkatkan kesadaran pada petani.

Aplikasi sistem informasi pertanian (ASIP) 2019 telah ada di Sulawesi Utara. Aplikasi ini memberikan informasi mengenai jumlah produksi per komoditas, jumlah luas tanam per bulan per kabupaten/kota. Aplikasi ini juga menyajikan lokasi yang sementara melakukan penanaman. Aplikasi ini dapat diakses melalui website dan diupayakan untuk dibuatkan aplikasi berbasis android sehingga setiap pelaku pertanian dapat mengakses informasi kapanpun dan di manapun. Temuan di lapangan, penyuluh jarang membuka aplikasi website tersebut. Ini karena kurangnya pengetahuan mereka terhadap informasi website tersebut, serta informasi pertanian yang disediakan pada web cyber extension masih terbatas.

Penyuluh yang membuka cyber extension berbasis web hanya membaca tanpa diunduh materinya. Hasil penelitian Elian et al. (2015) dan Rasmira (2019) bahwa, penggunaan internet oleh penyuluh tergolong rendah. Veronice (2013) juga menemukan, tingkat pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi oleh penyuluh PNS tergolong rendah terutama pada pemanfaatan komputer dan internet. Hasil studi Anwas (2011) menemukan, secara umum pemanfaatan media dalam meningkatkan kompetensi penyuluh rendah. Secara khusus meskipun tingkat pendidikan formalnya tinggi, namun pemanfaatan media massa rendah disebabkan oleh keterbatasan dalam kepemilikan media komunikasi dan informasi, dan kurang maksimalnya dukungan keluarga.

Masih banyak penyuluh pertanian di Sulawesi Utara yang sampai saat ini masih "Gagap Teknologi" alias Gaptek. Ini terkait dengan pola penyuluhan konvensional yang mereka anggap sebagai satu-satunya metode penyuluhan yang paling tepat, tanpa menyadari bahwa perkembangan teknologi informasi telah melesat begitu jauh ke depan.

Selain itu, keengganan penyuluh untuk belajar teknologi, serta minimnya dukungan kelembagaan penyuluh untuk mendorong para penyuluh agar dapat mengakses teknologi informasi juga menjadi penyebab masih lemahnya penguasaan teknologi pertanian oleh para penyuluh pertanian, terutama yang bertugas di daerah. Harus diakui khususnya di kabupaten-kabupaten, dukungan pimpinan instansi atau kelembagaan penyuluh terhadap akses informasi berbasis internet juga masih lemah.

Banyak pimpinan instansi penyuluhan tingkat kabupaten yang minim kepedulian terhadap pentingnya akses informasi melalui internet, karena kemampuan tingkat manajerial pimpinan sebagian besar masih belum memiliki kapasitas di bidang teknologi informasi, sehingga banyak sekali proses pengolahan input yang seharusnya dapat difasilitasi dengan aplikasi teknologi informasi tidak diperhatikan dan bahkan cenderung dihindari penerapannya.

Hal ini akan mempengaruhi proses pemberian arahan bagi anggota organisasi di level yang lebih rendah untuk mengoptimalkan aplikasi teknologi informasi dalam pengelolaan input, sehingga menghasilkan output yang lebih efisien dan dapat diakses oleh stakeholders lain secara cepat, akurat, dan memadai. Kondisi seperti ini tentu saja membuat motivasi penyuluh untuk belajar tentang teknologi informasi menjadi rendah, dan akibatnya masih banyak penyuluh pertanian yang sama sekali tidak menguasai teknologi informasi tersebut.

KONDISI KELEMBAGAAN PETANI

Selama ini kegiatan penyuluhan masih sebatas target produksi dan produktivitas. Hal ini terbukti banyaknya petani yang belum berdaya dalam mengelola usaha pertaniannya. Petani masih cenderung bertani secara tradisional. Permasalahan tersebut muncul karena petani belum memiliki akses teknologi dan bahan baku yang berkualitas. Petani sebagian besar masih berada dalam kondisi marjinal. Oleh karena itu, penyuluh sebagai ujung tombak sektor pertanian diharapkan mampu memberdayakan petani dalam menghadapi era digitalisasi informasi ini.

Jumlah kelompok tani yang ada di Sulawesi Utara, baik kelas pemula maupun utama sebanyak 10.987 dan jumlah Gabungan Kelompok Tani 1.219 (Tabel 2). Belum semua desa/kelurahan ditempatkan penyuluh, karena jumlah

penyuluh masih kurang, bahkan ada yang beralih tugas/fungsi dari penyuluh ke jabatan struktural. Tabel 2 juga menunjukkan, mayoritas kelompok tani di Sulawesi Utara berada pada kelas pemula.

Secara riil, pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sebagai sarana akses informasi masyarakat petani belum ditangani serius, baik oleh institusi formal konvensional (seperti pusat informasi, balai pengkajian teknologi, lembaga penyuluhan) maupun oleh lembaga-lembaga alternatif yang selama ini bergerak di pedesaan (seperti lembaga swadaya, lembaga advokasi dan lembaga penyiaran), padahal kecenderungan ke depan akan mengarah pada sistem sosial, ekonomi-bisnis dan pemerintahan yang berbasis TIK, termasuk dalam pemberdayaan masyarakat di pedesaan.

Tabel 2. Data Kelembagaan Pelaku Utama Pertanian di Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2018

No	Kabupaten/ Kota	Poktan	Kelas Kemampuan Kelompok				Gapoktan
			Pemula	Lanjut	Madya	Utama	
1	Manado	114	111	2	1	-	21
2	Tomohon	393	314	69	8	2	44
3	Bitung	309	250	47	12	-	47
4	Minahasa	1.470	1.335	124	10	1	196
5	MinSel	1.764	1.719	37	8	-	147
6	MinUt	1.238	1.226	12	-	-	122
7	MinTara	1.280	1.145	105	20	10	131
8	Kotamobagu	312	306	5	1	-	33
9	Bol Mong	1.909	1.813	94	1	1	110
10	BolMong Selatan	417	415	2	-	-	-
11	BolMong Timur	459	446	12	1	-	16
12	BolMong Utara	507	493	14	-	-	59
13	Sangihe	275	268	6	-	1	116
14	Sitaro	183	183	-	-	-	28
15	Talaud	357	357	-	-	-	149
	Jumlah	10.987	10.381	529	62	15	1.219

Sumber: Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Sulawesi Utara (2018).

Leeuwis (2009) menegaskan, teknologi komunikasi dan informasi (TIK), khususnya internet dan jejaring sosial merupakan potensi alternatif bagi pemberdayaan masyarakat pedesaan. Meitei dan Devi (2009) menemukan, dukungan informasi sangat penting dalam membantu berbagai aktivitas petani di desa Manipur India, tetapi mereka tidak mempunyai akses untuk

mendapatkan informasi pertanian karena kurangnya keterampilan literasi teknologi dan dukungan infrastruktur. Andriaty et al. (2011) mengatakan media yang paling sering diakses oleh petani untuk memperoleh informasi adalah pertemuan, diikuti media elektronik dan media cetak.

Penyebaran inovasi melalui perantaraan kelembagaan petani merupakan aktivitas penting dalam mendorong terjadinya kapabilitas petani mengelola inovasi. Perkembangan teknologi informasi melalui jaringan terkoneksi internet (internet working) yang terjadi makin cepat, mengisyaratkan bahwa proses inovasi pun terjadi makin cepat pula. Artinya, apabila seseorang tidak memiliki kemampuan dalam proses inovasi ini, maka sudah jelas akibatnya yaitu, ia akan tertinggal. Informasi terbarukan (up date) yang berkembang di dunia luar dapat dengan cepat diakses dan dimanfaatkan oleh petani tanpa batas ruang dan waktu. Melalui pemanfaatan TIK sebagai sarana akses informasi yang berupa inovasi, petani mempunyai kapabilitas dalam mengelola inovasi. Petani dapat menyerap, menghasilkan, memperkenalkan, dan mengaplikasikan hal-hal "baru" yang bermanfaat bagi dirinya dan lingkungan sekitarnya.

Peningkatan kapabilitas petani dan kelompoknya dalam mengelola inovasi teknologi, dapat terwujud apabila didukung oleh: (1) karakteristik petani atau sumberdaya manusia yang baik; (2) mendapatkan kualitas informasi yang sesuai dengan kebutuhan petani; (3) kelembagaan petani yang dinamis sejalan dengan aspirasi anggota dan perkembangan lingkungan; (4) mendapat dukungan dari lingkungan eksternal; dan (5) mempunyai strategi yang tepat penguatan peran kelembagaan petani dalam meningkatkan kapabilitas petani mengelola inovasi.

Kondisi Infrastruktur

Kegiatan penyuluhan akan berjalan dengan baik jika didukung oleh adanya sarana dan prasarana yang memadai. Sarana penyuluhan merupakan perlengkapan atau alat penunjang kegiatan penyuluhan yang berfungsi sebagai alat bantu dalam penyelenggaraan penyuluhan. Prasarana penyuluhan merupakan perlengkapan penunjang kegiatan penyuluhan berupa gedung atau bangunan, lahan percontohan, dan peralatan yang berfungsi sebagai tempat penyelenggaraan penyuluhan.

Badan Penyuluhan yang berada di Kabupaten merupakan pusat dari kegiatan akses informasi yang berbasis aplikasi teknologi informasi pertanian yang menjembatani antara sumber informasi pertanian yang berada di pusat dengan stakeholders lokal sekaligus bertindak sebagai pemadu sistem, juga dapat berfungsi sebagai penghimpun informasi (indigenous knowledge) dari sumber informasi lokal melalui Balai Penyuluhan Pertanian tingkat Kecamatan yang menghimpun informasi sekaligus memfasilitasi materi informasi bagi penyuluh lapangan yang berada di tiap desa.

Namun, adanya otonomi daerah membuat kelembagaan penyuluhan di daerah mengalami banyak perubahan. Implementasi UU Otonomi Daerah membuat penyuluhan pertanian menjadi tidak pasti baik dalam afiliasi kelembagaan maupun personalianya. Meskipun salah satu hal ideal yang ingin dicapai dengan otonomi daerah adalah mendekatkan pelayanan kepada khalayak sesuai dengan kondisi lokal, namun dalam praktiknya masih jauh dari harapan.

Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) yang seharusnya ada di tiap kecamatan dan kelurahan, pada kenyataannya tidak demikian. BPP merupakan lembaga yang memiliki tugas: 1) menyusun programa penyuluhan pada tingkat kecamatan; 2) melaksanakan penyuluhan berdasarkan programa penyuluhan; 3) menyebarkan informasi pertanian seperti informasi: teknologi, sarana produksi, permodalan (pembiayaan), pasar, dan informasi lainnya; 4) memfasilitasi pengembangan kelembagaan serta kemitraan pelaku utama (petani) dan pelaku usaha; 5) memfasilitasi peningkatan kapasitas penyuluh melalui proses pembelajaran secara berkelanjutan; 6) melaksanakan proses pembelajaran melalui percontohan dan pengembangan usaha bagi pelaku utama (petani) dan pelaku usaha; dan 7) Menyalurkan informasi ke petani melalui penyuluh.

Jumlah Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) di Sulawesi Utara adalah 167 BPP (Tabel 3). Wikipedia (2017) mencatat, jumlah kecamatan di Sulawesi Utara 171, kelurahan 330, dan jumlah desa 1.507. Data tersebut menunjukkan, belum semua kecamatan memiliki BPP. Hal ini menyebabkan, koordinasi penyelenggaraan penyuluhan pertanian di lapangan kurang berjalan/berfungsi dengan baik. Dinas Pertanian dan Peternakan Sulawesi Utara (2018) mengatakan, pelaksanaan penyuluhan pertanian belum efektif karena masih bercampur dengan fungsi pengaturan dan pelayanan lainnya.

Mekanisme dan tata hubungan kerja penyelenggaraan penyuluhan di berbagai tingkatan belum tertata dengan baik, sehingga penyelenggaraan penyuluhan pertanian belum terintegrasi dan bersinergis. Kabupaten/Kota di Sulawesi Utara belum optimal dalam menjalankan peraturan perundang-undangan otonomi daerah yang berlaku. Andriaty et al. (2011) mengatakan, kemudahan akses terhadap sumber informasi antara lain didukung oleh infrastruktur dan kedekatan daerah dengan pusat kegiatan ekonomi dan pusat pemerintahan, seperti ibukota provinsi.

Mulyandari et al. (2010) menyatakan, strategi implementasi cyber extension berpusat pada optimalisasi fungsi dari Badan Penyuluhan Kabupaten sebagai pusat akses informasi berbasis aplikasi teknologi informasi. Hal tersebut terjadi karena Badan Penyuluhan Kabupaten menjembatani sumber informasi di pusat dengan stakeholders lokal sekaligus sebagai pemandu sistem. Veronice (2013), menyatakan, tingkat pemanfaatan TIK penyuluh di Kabupaten Bogor sangat tinggi, terutama dalam pemanfaatan komputer, internet dan handphone. Sementara itu, Suryantini (2004) menyatakan, penyuluh di Kab. Bogor memiliki kecenderungan yang rendah dalam mengunjungi sumber informasi seperti balai penelitian, dinas pertanian, perguruan tinggi hingga perpustakaan. Menurut Anwas et al. (2009) penyuluh harus memiliki inisiatif dan aktif mencari berbagai media belajar untuk meningkatkan kompetensinya dalam memfasilitasi kebutuhan informasi petani.

Berbagai media yang dimanfaatkan untuk mengakses internet merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi. Suatu teknologi yang digunakan membutuhkan biaya untuk operasionalnya, karena berdampak pada pengeluaran individu yang menggunakan teknologi tersebut. Oleh karena itu, dukungan pembiayaan untuk operasional teknologi informasi merupakan penunjang dalam mengimplementasikan cyber extension. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Mardikanto (1993), bahwa teknologi yang tersedia membawa konsekuensi ekonomi yang akan ditimbulkan (tambahan biaya investasi, pemeliharaan, dan biaya operasional). Selain itu, dikatakan pula bahwa, di dalam manajemen, pembiayaan merupakan unsur penting, bahkan seringkali dianggap terpenting, karena sesuai perkembangan peradaban hampir tidak ada sesuatu yang harus dibeli tanpa uang.

Tabel 3. Data Kelembagaan Penyuluhan di Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2018

No.	Lokasi Kabupaten/Kota	Kelembagaan		
		Nama Lembaga	Kecamatan (BPP)	Desa (Posluhdes)
1.	BolMong	Dinas Pertanian, Bid. Penyuluhan	15	35
2.	BolMong Utara	Dinas Pertanian, Bid. Penyuluhan	6	3
3.	BolMong Selatan	Dinas Pangan Perikanan dan Kelautan	5	5
4.	BolMong Timur	Dinas Pertanian, Bidang Penyuluhan	5	5
5.	Minahasa	Dinas Pertanian, Bidang Penyuluhan	25	25
6.	Minahasa Utara	Dinas Pertanian, Bidang Penyuluhan	10	40
7.	Minahasa Selatan	Dinas Pertanian, Bidang Penyuluhan	17	175
8.	Min.Tara	Dinas Pert. dan Ket. Pangan,Bid.luh	12	12
9.	Sangihe	Dinas Pertanian, Bidang Penyuluhan	17	167
10.	Talaud	Dinas Pert. dan Ket. Pangan,Bid.luh	19	153
11.	Sitaro	Dinas Pangan dan Penyuluhan, Subbid Penyuluhan	10	93
12.	Bitung	Dinas Pangan dan Pertanian, Bidang Penyuluhan	8	69
13.	Tomohon	Dinas Pangan Daerah, Bidang Penyuluhan	5	44
14.	Kotamobagu	Dinas Pertanian dan Perikanan, Bid. Sarpras dan Penyuluhan Pertanian	4	20
15.	Manado	Dinas Pertanian, Kelautan dan Perikanan, Bidang Penyuluhan	9	2
		Jumlah	167	848

Sumber: Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Sulawesi Utara (2018).

Distribusi BPP yang tidak berimbang dengan jumlah penduduk dan wilayah antara lain disebabkan oleh pemekaran daerah administrasi pemerintahan. Penyuluh jarang mendapatkan biaya khusus untuk internet dari instansi, sehingga untuk memenuhi kebutuhan biaya akses internet penyuluh harus menyediakan sendiri, padahal faktor penunjang seperti pembiayaan dari instansi ini sangat penting karena akan berpengaruh pada tingkat pemanfaatan internet. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Anggoroseto (2012), bahwa pembiayaan mempunyai pengaruh besar yang dominan dan signifikan terhadap pemanfaatan cyber extension. Rendahnya dukungan finansial ini akan menyebabkan terkendalanya penyuluh dalam mengakses internet, karena untuk mengaktifkan jaringan internet penyuluh harus mengalokasikan dana setelah kebutuhan pokok lainnya terpenuhi. Instansi tempat penyuluh bekerja yang menyediakan fasilitas internet belum menyediakan fasilitas internet (WiFi).

UPAYA MEMPERKUAT KESIAPAN PENYULUH PERTANIAN MENGHADAPI ERA INDUSTRI 4.0

Peran penyuluh dalam memanfaatkan berbagai teknologi dan informasi guna mendukung keberlanjutan usaha pertanian menjadi sebuah keharusan agar bisa bersaing di era industri 4.0. Informasi merupakan salah satu sumber daya utama untuk pembangunan dan kesejahteraan manusia sehingga penyaluran dan penggunaannya harus menjadi prioritas bagi masyarakat. Informasi memiliki peran sentral dalam kehidupan modern dan juga dalam dunia pertanian terutama dalam meningkatkan produktivitas pertanian (Akanda dan Roknuzzaman 2012). Perubahan dalam konteks komunikasi informasi berupa munculnya internet dan perangkat jaringan sosial media, menimbulkan perbedaan dalam jumlah dan kualitas informasi yang dihasilkan.

Internet merupakan salah satu media yang dapat berperan sebagai alat bantu untuk mengoptimalkan dan mengembangkan kemampuan penyuluh pertanian. Melalui internet, informasi yang dibutuhkan untuk mengembangkan kemampuan tersedia dalam jumlah yang tidak terbatas dan dapat diakses secara cepat dan murah (Setiawan, 2007). Ahuja (2011) mengungkapkan, ketersediaan informasi melalui internet membantu proses penyuluhan pertanian lebih cepat dan efektif. Hal ini diperkuat oleh Chury et al. (2012), internet diidentifikasi sebagai saluran yang penting dalam suatu sistem penyuluhan pertanian. Penggunaan teknologi informasi dapat memberikan layanan penyuluhan dari berbagai sektor pertanian dan memainkan peranan penting dalam pembangunan pedesaan (Adekoya, 2007).

Era digitalisasi pertanian ini memang memberikan dampak positif yang besar sekaligus dampak negatif. Efisiensi usaha dan peningkatan produktivitas tentu akan meningkat, namun peran tenaga manusia dalam dunia pertanian dinilai akan berkurang seiring kehadiran teknologi tersebut. Oleh karena itu, langkah-langkah atau upaya yang perlu diambil dalam memperkuat kesiapan penyuluh dalam menghadapi revolusi industri pertanian 4.0 ini adalah:

Peningkatan Kapasitas Penyuluh

Penyuluh sebagai fasilitator dalam pemberdayaan petani di era Revolusi 4.0, menuntut kapasitas penyuluh yang mumpuni dalam pengelolaan penyuluhan pertanian berbasis teknologi digital pertanian. Penyuluh yang ada sekarang ini perlu bertransformasi membangun sistem penyuluhan berbasis

teknologi digital, dan memfasilitasi serta menyediakan segala kebutuhan petani melalui akses internet. Penyuluh pertanian didorong untuk menyediakan data dan informasi pertanian yang dapat diakses oleh petani sebagai sasaran penyuluhan.

Menurut Sokoya et al. (2014), penyuluh pertanian mempunyai tanggung jawab utama untuk membantu petani dalam menggunakan sumber daya dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Aldosari et al. (2017) menyatakan, penyuluh pertanian harus memotivasi dan mendidik komunitas petani dalam menggunakan media elektronik (TV, Radio, layanan bantuan online, internet dan telepon pintar) untuk memahami informasi tentang teknik produksi pertanian. Produktivitas kinerja penyuluh dan penyuluhan pertanian akan meningkat dengan adanya peningkatan pelayanan secara efisien, cepat, mudah, akurat, murah, aman, terpadu dan akuntabel.

Penyuluh pertanian akan menggunakan suatu media untuk mengakses sumber informasi untuk pemenuhan kebutuhan informasi yang berkaitan dengan tugas dan fungsinya sebagai penyuluh pertanian. Pemenuhan kebutuhan informasi oleh penyuluh merupakan salah satu peran yang harus dijalankan olehnya dalam rangka mengakomodasi kebutuhan informasi yang juga dibutuhkan oleh penyuluh. Materi penyuluhan yang ada saat ini, masih banyak yang perlu diterjemahkan dari bahasa ilmiah menjadi bahasa popular agar pengguna (petani) lebih mudah memahami. Oleh karenanya, pelatihan jurnalistik sebagai penunjang untuk mengelola materi penyuluhan agar menghasilkan informasi teknologi pertanian yang berkualitas, sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan di lapangan sangat penting untuk dilakukan.

Metode penyuluhan yang digunakan oleh penyuluh pertanian di Sulawesi Utara, adalah metode tatap muka (sekolah lapangan). Sumber informasi yang diperoleh penyuluh berasal dari media cetak (majalah dan koran). Manoppo (2017) menemukan, banyak penyuluh pertanian di Kabupaten Minahasa dan Kota Bitung, terbatas kemampuan/kapasitasnya dalam aplikasi teknologi dan informasi. Hernanda (2015) mengatakan, masih banyak penyuluh bahkan tidak menggunakan cyber extension dan internet sebagai sumber informasi. Demikian juga dengan media cetak, penyuluh kurang menjadikan media cetak sebagai sumber informasi dalam melaksanakan penyuluhan. Oleh karena itu, pelatihan peningkatan kapasitas penyuluh dalam penggunaan media penyuluhan berbasis digital tersebut harus dilakukan. Menurut Dire et al.

(2016) penyuluh pertanian seperti juga petani harus menyadari kebutuhan informasi dalam rangka mengembangkan metode dalam kegiatan pertanian, meningkatkan produktifitas dan kinerja.

Peningkatan Kapasitas Kelembagaan Penyuluhan Berbasis Internet

Peran penyuluh kepada penciptaan keberdayaan petani dalam memanfaatkan berbagai akses teknologi dan informasi guna mendukung keberlanjutan usaha pertanian menjadi sebuah keharusan agar bisa bersaing di era digitalisasi. Era informasi digital melalui media elektronik dan alur informasi melalui sistem jaringan dunia maya telah merambah sampai ke pelosok-pelosok desa. Hal ini menuntut petani dan kelompoknya untuk "ramah teknologi" sehingga dapat mengikuti perkembangan informasi yang dibutuhkan. Dengan adanya jaringan cyber yang semakin meluas, sebagian petani, kelompok tani (Poktan), gabungan kelompok tani (Gapoktan) dan pelaku usaha pertanian lainnya harus bisa mengakses informasi pertanian bahkan melakukan transaksi produksi pertanian dengan memanfaatkan teknologi informasi seperti telephone seluler (handphone).

Lembaga penyuluhan sebagai penyedia informasi pertanian perlu memberikan sosialisasi berupa pelatihan serta mensosialisasikan kemudahan dan keuntungan mengakses informasi melalui internet kepada petani. Rendahnya pemahaman dan kesadaran petani akan potensi teknologi informasi pertanian akan menghambat pembangunan pertanian berbasis digital. Penyuluhan berbasis internet secara positif akan mempercepat interaksi komunikasi antara penyuluh dengan petani yang mampu menjangkau wilayah yang lebih luas sekaligus mengurangi masalah keterbatasan rasio jumlah penyuluh dengan wilayah binaan yang belum sebanding hingga saat ini. Dalam konteks dan situasi penyuluhan pertanian di Indonesia sistem penyuluhan berbasis internet ini memiliki peluang yang cukup besar dikembangkan.

Kondisi geografis wilayah yang terdiri dari pulau-pulau menjadikan alasan perlu pembangunan sistem jaringan informasi penyuluhan pertanian berbasis internet. Bantuan internet akan mendorong dan memudahkan usahatani. Tugas penyuluh untuk mendorong petani agar mau mencari dan memanfaatkan informasi, berkreasi dengan pertanian inovatif, mau berkembang bersama komunitasnya dan memperluas jaringan.

Peningkatan Infrastruktur dan Modernisasi Cyber Extension

Penggunaan internet yang baik dalam kegiatan penyuluhan perlu memperhatikan faktor-faktor yang mendukung kelancarannya. Mulyandari et al. (2010) mengungkapkan bahwa, hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menunjang akses informasi melalui internet terdiri atas: sarana prasarana, infrastruktur, pembiayaan dan kebijakan. Hasil penelitian Usman et al. (2010) mengemukakan bahwa, infrastruktur yang penting dan lebih banyak diminta, yaitu dalam bentuk TIK guna pengembangan inovasi dan penggunaan sumber daya secara efektif, memanfaatkan metodologi baru dan pasar untuk peningkatan taraf hidup petani.

Sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam mengakses cyber extention adalah, komputer yang berbiaya murah dan mampu menjadi perangkat/media komunikasi yang dikembangkan sesuai budaya setempat. Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) sebagai salah satu sumber informasi pertanian yang berada di setiap Kecamatan dan Kelurahan, dalam mendukung kegiatan penyuluhan, maka BPP harus mempunyai kelengkapan seperti komputer, modem dan local area network. Bab VIII Undang-undang Nomor 16 Tahun 2006 mengenai sistem penyuluhan pertanian, perikanan dan kehutanan, telah mengatur sarana dan prasarana meliputi: (1) peningkatan kapasitas kelembagaan penyuluhan dan kinerja penyuluh membutuhkan sarana dan prasarana yang memadai agar penyuluhan dapat terselenggara secara efektif dan efisien; dan (2) bagi pemerintah daerah, kelembagaan penyuluhan swasta dan kelembagaan penyuluhan swadaya menyediakan sarana dan prasarana penyuluhan. Mulyandari et al. (2010) mengungkapkan infrastruktur seperti pasokan listrik dan gedung atau ruangan yang memadai menjadi penunjang implementasi cyber extension, selain itu tempat akses informasi yang terbuka untuk umum juga menjadi penunjang implementasi cyber extension.

Cyber extension merupakan salah satu mekanisme pengembangan jaringan komunikasi inovasi pertanian yang terprogram secara efektif untuk mempertemukan lembaga penelitian, pengembangan, dan pengkajian dengan penyuluh, pendidik, petani, dan stakeholders lainnya yang masing-masing memiliki kebutuhan informasi berbeda sehingga dapat berperan secara sinergis dan saling melengkapi. Cyber Extension sebagai jaringan komunikasi penyuluhan mempunyai 5 (lima) komponen sistem yaitu: personil, perangkat keras, perangkat lunak, data, dan prosedur. Cyber extension merupakan

inovasi media penyuluhan yang cukup efisien dan efektif karena, dengan sekali meng-upload materi penyuluhan maka sedetik kemudian materi tersebut dapat dibaca atau diunduh oleh pengguna di seluruh dunia.

Materi penyuluhan yang selama ini didistribusikan secara konvensional baik melalui media cetak (koran, brosur, leaflet, dll), maupun media elektronik (dalam bentuk iklan tayangan, film, saung tani, dll) memerlukan biaya yang relatif besar dan butuh waktu panjang, sementara hasilnya juga belum tentu optimal. Sehingga timbul kesan bahwa dengan metode penyuluhan seperti itu, para penyuluh dianggap stagnant dalam kinerjanya. Secara perlahan metode yang sudah "ketinggalan zaman" itu harus mulai dialihkan dengan metode penyuluhan berbasis internet, karena kalau masih mempertahankan pola konvensional, bukan tidak mungkin para penyuluh justru akan ketinggalan informasi dibanding dengan petani yang disuluhnya.

Keberadaan media penyuluhan berbasis internet ini merupakan alat untuk memudahkan pekerjaan para penyuluh namun juga merupakan tantangan untuk di pelajari dan diselami lebih dalam lagi oleh para penyuluh pertanian. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur penunjang cyber extension harus senantiasa dilakukan, sesuai dengan kondisi dan kebutuhan. Peningkatan layanan informasi tidak terlepas dari ketersediaan informasi, kelembagaan komunikasi di setiap desa/kecamatan, serta ketersediaan sarana komunikasi atau akses informasi. Peningkatan layanan informasi terhadap petani akan mempercepat proses transfer teknologi yang telah dihasilkan oleh lembaga-lembaga penelitian (Andriaty dan Setyorini 2011).

LANGKAH KE DEPAN

Penyuluhan pertanian dalam menghadapi revolusi industri 4.0 bukanlah hal mudah, banyak hal perlu dipersiapkan. Perubahan yang begitu cepat membuat lembaga penyuluhan harus mampu bertransformasi dan eksis dalam memberdayakan petani sesuai perkembangan zaman. Beberapa hal paling penting yang harus dipersiapkan yakni, mengubah sifat dan pola pikir penyuluh pertanian dalam melaksanakan penyuluhan. Upaya ini dapat ditempuh dengan cara peningkatan kapasitas dan kapabilitas sumberdaya penyuluh melalui pelatihan-pelatihan teknis dan non teknis. Pelatihan non teknis seperti jurnalistik, serta peningkatan kapasitas penyuluh dalam penggunaan media penyuluhan berbasis digital.

Lembaga penyuluhan pertanian pusat haruslah mampu mengubah model penyuluhan yang sesuai dengan kebutuhan di era milenial yang sesuai dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri, tentunya harus didukung oleh kesiapan prasarana dan sarana serta dana yang memadai. Untuk itu, perlu: (1) dibangun prasarana dan sarana pelayanan informasi pertanian dalam mengembangkan media-media penyuluhan dengan memanfaatkan multi media menggunakan information and communication technology (ICT); (2) mengembangkan jejaring penyediaan informasi pertanian. Mengoptimalisasi pemanfaatan unit informasi pertanian dan teknologi yang tersedia; (3) membuat program khusus penyediaan dan penyebaran informasi pertanian yang dibutuhkan petani; (4) pemerintah baik pusat maupun daerah perlu memfasilitasi penyuluh dalam mengakses internet. Misalnya menyediakan akses jaringan internet di lingkungan kerjanya (wifi) dan meningkatkan kapasitas jaringan, serta meningkatkan motivasi kepada penyuluh untuk lebih aktif memanfaatkan internet dalam mendukung pekerjaannya; (5) mengalokasikan anggaran di lembaga penyuluhan Pemerintah (Pusat), provinsi dan Kabupaten/Kota dan Kecamatan, khusus untuk penguatan kerjasama dengan pihak terkait, berbasis internet. Dengan demikian lembaga penyuluhan akan tetap diperlukan sekalipun era digitalisasi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Adekoya, A.E. 2007. Cyber Extension Communication: A Strategic Model for Agricultural and Rural Transformation in Nigeria. Journal of Food, Agricultures and Environment. 5(1): 366-368.

Ahuja, V. 2011. Cyber Extension: A Convergence of ICT and Agricultural Development. Global Media Journal–Indian Edition. 2 (2): 1-8.

Akanda, A. A, and M. Roknuzzaman. 2012. Agricultural Information Literacy of Farmers in the Northern Region of Bangladesh. Information and Knowledge Management. 2(6):1-11.

Aldosari, M.A., M.S. Shunaifi, M.A. Ullah, and Muddassir. 2017. Farmers Perceptions Regarding the Use of Information and Communication Technology (ICT) in Khyber Pakhtunkhwa, Northern Pakistan. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 1-7. http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2017.05.004.

Amanah, S., E.L. Hastuti, dan E. Basuno. 2008. Aspek Sosial Budaya dalam Penyelenggaraan Penyuluhan: Kasus Petani di Lahan Marjinal. Sodality: Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi, dan Ekologi Manusia. Desember 2008, hlm. 301-320. Tersedia pada: journal.ipb.ac.id/ index.php/sodality/article/download/5879/4544.

Andriaty, E., B.S. Sankarto, dan E. Setyorini. 2011. Kajian Kebutuhan Informasi Teknologi Pertanian di Beberapa Kabupaten di Jawa. Jurnal Perpustakaan Pertanian. 20(2): 54-61.

Andriaty, E., dan E. Setyorini. 2011. Ketersediaan Sumber Informasi Teknologi Pertanian di beberapa Kabupaten di Jawa. Jurnal Perpustakaan Pertanian. 21(1): 30-35.

Anggoroseto, P. 2012. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Penyuluh dalam Pemanfaatan Cyber Extension di Kabupaten Bogor. [Tesis]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.

Anwas. 2011. Lingkungan sebagai Media Pembelajaran dan Pengaruhnya terhadap Kompetensi Penyuluh Pertanian. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan. 17(3): 283-290.

Anwas, E.O.M., Sumardjo, P.S. Asngari, dan P. Tjiptopranoto. 2009. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyuluh dalam Pemanfaatan Media. Jurnal Komunikasi Pembangunan. 7(2):68-81.

Asngari, P.S. 2004. Peranan Agen Pembaharuan/Penyuluh dalam Usaha Memberdayakan (Empowerment) Sumber Daya Manusia Pengelola Agribisnis. [Orasi Ilmiah]. Bogor (ID): Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, tanggal 15 September 2001. [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara. 2017. Sulawesi Utara Dalam Angka. Tersedia pada: https://sulut.bps.go.id/publication/2017/08/11/a274080097 f87050aa412cf8 /provinsi-sulawesi-utara-dalam-angka-2017.html.

Chury, J.A., R.S.M. Mlozi, D.S. Tumbo, R. Casmir. 2012. Understanding Farmers Information Communication Strategies for Managing Climate Risks in Rural Semi-Arid Areas, Tanzania. International Journal of Information and Communication Technology Research. 2(11): 838-845.

Dinas Pertanian dan Peternakan Sulawesi Utara 2018. Programa Penyuluhan Pertanian Provinsi Sulawesi Utara 2018. Manado (ID): Dinas Pertanian dan Peternakan Sulawesi Utara.

Dire, B, J.I. Onu, A.A.U. Jungur, A.A. Ndaghu, and D.Y. Giroh. 2016. Awareness on the Use of Information and Communication Technologies (ICTs) among Agricultural Extension in North-Eastern Nigeria. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 16(1):129-134.

Elian, N, D.P. Lubis, dan P.A. Rangkuti. 2015. Penggunaan Internet dan Pemanfaatan Informasi Pertanian oleh Penyuluh Pertanian di Wilayah Barat Kabupaten Bogor. Jurnal Komunikasi Pembangunan. 12(2):104-109.

Hernanda, T.A.P. 2015. Kinerja Penyuluh Pertanian di Kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU) Selatan Provinsi Sumatera Selatan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

[Kementan] Kementerian Pertanian. 2019. Kementerian Pertanian Dorong Pemanfaatan Industri 4.0 Sektor Pertanian. Tersedia di: http://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3399

Leeuwis, C. 2009. Komunikasi untuk Inovasi Pedesaan. Berpikir Kembali tentang Penyuluhan Pertanian. Yogyakarta (ID): Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI).

Manoppo, C.N. 2017. Kompetensi Perempuan dalam Pemanfaatan Pekarangan Guna Mendukung Diversifikasi Pangan. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Mardikanto, T. 1993. Penyuluhan Pembangunan Pertanian. Surakarta (ID): Sebelas Maret University Press.

Meitei, L.S., and T.P. Devi. 2009. Farmers Information Needs in Rural Manipur: an Assessment. Annals of Library and Information Studies. 56: 35-46.

Mittal, S., S. Gandhi, and G. Triphathi. 2010. Socio-economic Impact of Mobile Phones in Indian Agriculture. Indian Council for Research on International Economic Relations. http://ideas.repec.org/p/ess/wpaper/id2443.html

Mulyandari, S.H.M., Sumardjo, D.P. Lubis, N.K. Panjaitan. 2010. Implementasi Cyber Extension dalam Komunikasi Inovasi Pertanian. 19(20): 17-43.

[Pusluhtan] Pusat Penyuluhan Pertanian. 2018. Sistem Manajemen Informasi Pertanian. BPPSDMP Kementerian Pertanian. [internet]. Tersedia pada: https://app2.pertanian.go.id/simluh2014/viewreport/rekapNas.php.

Rasmira. 2019. Literasi Informasi dan Kinerja Penyuluh Pertanian di Kabupaten Cianjur. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Schwab, K. 2015. The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond. Snapshot. Desember 2015. Tersedia pada: http://www.vassp.org.au/webpages/Documents2016/PDevents/The%20Fourth%20Industrial%20Revolution%20by%20Klaus%20Schwab.pdf.

Setiawan, I. 2007. Strategi Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Petani dengan Pemanfaatan Teknologi Internet. Bandung (ID): Universitas Padjadjaran.

Sokoya, A.A., A.O. Alabi, and F.B. Oluyemisi. 2014. Farmers Information Literacy and Awareness towards Agricultural Produce and Food Security: FADAMA III programs in Osun State Nigeria. Makalah disampaikan pada World Library and Information Conference 2014-Lyon France [tersedia di http//www.library.ifla.org].

Sumardjo. 1999. Transformasi Model Penyuluhan Pertanian Menuju Pengembangan Kemandirian Petani. [Disertasi]. Bogor (ID): Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Suryantini, H. 2004. Pemanfaatan Informasi Teknologi Pertanian oleh Penyuluh Pertanian: Kasus di Kabupaten Bogor, Jabar. Jurnal Perpustakaan Pertanian. 7(1) :17-23.

Tjandrawinata, R. R. 2016. Industri 4.0: Revolusi Industri Abad Ini dan Pengaruhnya pada Bidang Kesehatan dan Bioteknologi. Working Paper from Dexa Medica Group 2 February 2016.

Turere, V.N. 2013. Pengaruh Pendidikan dan Pelatihan Terhadap Peningkatan Kinerja Karyawan pada Balai Pelatihan Teknis Pertanian Kalasey. 1(3):10-19.

Usman, J.M., J.A. Adeboye, K.A. Oluyole, and S. Ajijola. 2010. Use of Information and CommunicationTechnologies by Rural Farmers in Oluyole Local Government Area of Oyo State. Nigeria. Journal of Stored Product and Postharvest Research. 1(3):156-159.

Veronice. 2013. Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Kompetensi Penyuluh. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Wijaya, A.S. 2015. Pemanfaatan Cyber Extension Sebagai Media Informasi Oleh Penyuluh Pertanian di Kabupaten Bogor. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Wikipedia. 2017. Daftar Kecamatan dan Kelurahan di Sulawesi Utara. Tersedia pada: https://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_kecamatan_dan_kelurahan_di_Sulawesi_Utara.

Yumi. 2011. Model Pengembangan Pembelajaran Petani dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Lestari (Kasus di Kabupaten Gunung Kidul Provinsi DI Yogyakarta dan Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah). Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, 8 (3):196-210.

Zahron H. 2013. Cyber Extension dalam Penguatan Kesiapan Penyuluh Pertanian. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Diseminasi Teknologi Inovatif Lahan Rawa Pasang Surut Kalimantan Selatan di Era Industri 4.0

Sri Hartati dan Agus Hasbianto

Masyarakat tani Kalimantan Selatan secara turun temurun telah memanfaatkan lahan rawa pasang surut untuk usaha pertanian sebagai sumber pendapatan utama. Komoditas yang paling banyak diusahakan adalah padi, diikuti dengan komoditas hortikultura dan perkebunan seperti Jeruk, kelapa dan karet. Tanaman padi yang diusahakan umumnya adalah padi berumur panjang (>180 hari) dengan produktivitas yang rendah (<4,0 t/ha). Sehingga terbuka peluang untuk meningkatkan indeks pertanaman (IP) tanaman padi di lahan pasang surut sebagai lahan potensial sumber pangan mendukung dan menjamin ketersedian bahan pangan daerah dan nasional.

Upaya peningkatan Indeks Pertanaman (IP) memungkinkan dilakukan dengan memanfaatkan teknologi inovatif spesifik agroekosistem lahan rawa pasang surut. Kehadiran teknologi inovatif pertanian spesifik lahan rawa pasang surut merupakan titik ungkit untuk peningkatan produksi/produktivitas pertanian, khususnya tanaman pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) telah menghasilkan berbagai teknologi yang dibutuhkan untuk mendukung pelaku utama di lahan rawa pasang surut mulai dari pengujian kandungan hara tanah (PUTR=Perangkat Uji Tanah Rawa), benih varietas unggul, hingga alat mesin pertanian.

Berbagai teknologi inovatif pertanian merupakan perwujudan dari kebijakan dan program yang dibuat Pemerintah guna mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut yang ada di wilayah Indonesia, termasuk Kalimantan Selatan. Aktualisasi kebijakan dan program Pemerintah ditujukan untuk meningkatkan produksi dan produktivitas usahatani dan

kesejahteraan pelaku utama. Namun demikian, banyaknya teknologi inovatif yang dihasilkan ternyata belum sebanding dengan jumlah yang ada di tingkat pengguna sehingga manfaat yang diharapkan belum berjalan selaras dengan peningkatan produksi dan produktivitas tanaman di lahan rawa pasang surut. Melihat berbagai upaya yang dilakukan dan hasil yang dicapai, maka muncul pertanyaan "Bagaimana pengembangan diseminasi teknologi inovatif tersebut selama ini"?

Percepatan adopsi teknologi inovatif pertanian menjadi perhatian Balitbangtan sejak lama, salah satu langkah massif yang dilakukan sejak tahun 1994 adalah pembentukan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) di setiap provinsi di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Upaya percepatan adopsi dan keberlanjutan penerapan teknologi inovatif pertanian oleh Balitbangtan melalui peran BPTP dilakukan dengan meluncurkan berbagai program yang bersifat multi-years seperti Program Rintisan dan Akselerasi Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (Prima Tani), *Spectrum Dimension Multi Channel* (SDMC), *Farmer Empowerment Through Agricultural Technology and Information* (FEATI), hingga model pengembangan kawasan agribisnis berbasis komoditas yang seluruhnya bertujuan untuk mempercepat penyebaran dan adopsi teknologi inovatif pertanian hingga ada di lahan petani. Program-program tersebut dilaksanakan dengan melibatkan petani sebagai pelaku utama secara aktif.

Perhatian terhadap potensi lahan rawa pasang surut sebagai sumber pangan telah disadari oleh Pemerintah dan berbagai pihak sejak lama. Namun demikian, tidak dipungkiri bahwa lahan rawa pasang surut juga memiliki berbagai kendala yang mengakibatkan sulitnya pengembangan program pada lahan tersebut. Bagi Kementerian Pertanian, potensi lahan rawa pasang surut tidak dapat diabaikan dan perlu dimanfaatkan untuk mendukung ketahanan pangan nasional, diantaranya menurut Haryono dan Hendriadi (2012) dengan melihat lahan tersebut sebagai sebuah system dalam produksi pangan. Salah satu program pemanfaatan potensi lahan rawa pasang surut dikenal dengan nama SERASI (Selamatkan Rawa dan Sejahterakan Petani). Program yang mulai dilaksanakan sejak tahun 2018 ini diharapkan mampu menjadi salah satu alat untuk mempercepat pengembangan diseminasi teknologi inovatif pertanian (penggunaan VUB, alsintan, pupuk, dll) hingga sebagian besar berada di lahan petani dan diharapkan berkelanjutan karena berprospek untuk mensejahterakan petani.

Di era industry 4.0 yang berbasis digital, informasi tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu sehingga memberikan kesempatan yang luas dan cepat untuk mendiseminasikan teknologi inovatif pertanian secara langsung ke pengguna. Kondisi ini tentu bisa menjadi pendukung akselerasi sampainya informasi ke tingkat petani. Namun demikian, kenyataan di lapangan menunjukkan belum signifikannya jumlah dan peran inovasi teknologi, sehingga perlu dilihat lagi sejauhmana pengembangan diseminasi teknologi inovatif pertanian tersebut hingga sampai di lahan petani dalam artian inovasi tersebut telah digunakan dalam usahatani yang menguntungkan mereka dan berkelanjutan.

Tulisan ini bertujuan untuk menggambarkan pengembangan diseminasi teknologi inovatif pertanian di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan (existing) dan harapan untuk diseminasi teknologi inovatif pertanian di lahan rawa pasang surut kedepan dan berkelanjutan.

USAHATANI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT SEBAGAI MODEL PERTANIAN YANG IDEAL

Lahan rawa pasang surut menjadi pilihan yang tepat untuk memperkuat kapasitas produksi pertanian, karena berpotensi memberikan manfaat bagi masyarakat dari beberapa aspek diantaranya: ketersediaan air, ketersediaan lahan yang luas, kondisi lahan yang memungkinkan untuk usaha pertanian, dan beragamnya peran dan fungsi rawa (Hasbianto et al., 2018; Hairani et al., 2017). Selain itu, lahan rawa pasang surut yang kondisi airnya dipengaruhi oleh pasang-surutnya air sungai dan telah lama diusahakan oleh masyarakat (Masganti, 2013) memiliki pola produksi yang berbeda dengan pola produksi tanaman pada lahan kering dan tadah hujan. Padi di lahan pasang surut umumnya memasuki waktu panen pada bulan Juli atau Agustus, sehingga memiliki peran penting sebagai penyangga ketahanan pangan nasional dan berkonstribusi meningkatkan ketersediaan beras nasional diluar masa panen raya padi lahan sawah lainnya.

Rawa yang memiliki ketersediaan air melimpah secara alami merupakan wilayah atau lokasi yang berfungsi sebagai daerah resapan dan tangkapan air, sehingga sangat penting untuk mempertahankan dua fungsi rawa yaitu fungsi budidaya dan fungsi lindung sebagaimana ditetapkan dalam PP nomor 57 tahun 2016 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut. Berdasarkan PP tersebut, sedikitnya 30% wilayah rawa dialokasikan untuk fungsi lindung dan bagian lainnya secara bijaksana dapat digunakan untuk

budidaya dan kesejahteraan masyarakat. Pemanfaatan lahan rawa harus dikelola secara bijaksana dan proporsional dengan memperhatikan fungsi produksi, fungsi layanan air dan konservasi rawa, seperti (1) fungsi produksi ±60%, (2) fungsi layanan air dan konservasi rawa ±40% (Balittra, 2019). Pemanfaatan lahan rawa secara proporsional untuk dua hal tersebut akan memberikan jaminan pemanfaatan secara berkelanjutan.

Prinsip keberlanjutan dalam pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pertanian sangatlah penting, terutama dalam kaitannya dengan sebaran lokasi lahan yang berada pada tujuh kabupaten di wilayah Provinsi Kalimantan Selatan (Barito Kuala, Banjar, Tapin, Tanah Laut, Tanah Bumbu, Kotabaru dan Banjarmasin) dengan luas keseluruhan mencapai ±183.565 ha. Keberlimpahan/ketersediaan air di lahan pasang surut merupakan syarat untuk sebuah pertanian yang ideal. Kondisi air yang dipengaruhi oleh pasang surutnya air sungai yang berada disekitar lahan, mengakibatkan adanya perbedaan tinggi luapan air lahan pasang surut berdasarkan jaraknya dari sungai. Sebagai contoh di Kabupaten Barito Kuala (Batola), dimana lahan pasang surut terbagi menjadi 4 tipe luapan yaitu lahan dengan tipe luapan A seluas 59.863 ha (49,69%), tipe luapan B seluas 38.388 ha (31,87%), dan tipe luapan C dan D seluas 22.210 ha (18,44%) (Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hotikultura Batola (2018)). Pada lahan dengan tipe luapan A dan B, pengaturan air sangat diperlukan agar lahan tetap produktif pada saat volume air meningkat. Ketersediaan air merupakan salah satu *impact point* dalam pertanian dan mendukung kegiatan lain terutama dalam mobilitas petani sehari-hari.

Berlimpahnya air di lahan rawa pasang surut perlu dimanfaatkan secara bijak untuk produksi pangan dan kesejahteraan petani. Kondisi sebaliknya dimana mulai terjadinya kelangkaan sumberdaya air terutama di negara-negara produsen utama pangan dunia seperti Amerika, India, dan Australia akibat dari tingginya penggunaan air untuk irigasi (FAO, 2017). Pada tahun 2016 komunikasi personal i antara penulis dengan Dr. Karen Renner (pakar system pertanian dari Michigan State University), diketahui bahwa Amerika Serikat telah melakukan eksploitasi sumberdaya air bawah tanah untuk pertanian selama bertahun-tahun. Kondisi tersebut mengakibatkan semakin berkurangnya volume air bawah tanah akibat lambatnya proses pengisian ulang, sehingga diperkirakan dalam 30 tahun mendatang akan terjadi kelangkaan air.

Selain ketersediaan air yang melimpah, idealnya lahan rawa pasang surut untuk pertanian juga dapat dilihat dari topografi lahan rawa pasang surut yang datar. Kondisi ini memudahkan petani dalam mengelola lahan usahanya. Pengaturan atau penataan lahan dalam satu kawasan juga lebih mudah dan seragam. Indikasi penting terkait kondisi ideal lahan pasang surut sebagai lahan usaha pertanian adalah luasan lahan yang dimiliki oleh setiap Kepala Keluarga (KK). Menurut Subagio et al. (2015), setiap KK di wilayah rawa pasang surut memiliki lahan usahatani yang rata-rata mencapai >2 ha yang jika dimanfaatkan secara optimal akan mampu menjadi sumber pangan dan sumber pendapatan bagi keluarga. Data kepemilikan lahan tersebut juga sesuai dengan hasil *Focus Group Discussion* (FGD) kegiatan Analisis Kebijakan BPTP Kalimantan Selatan tahun 2016 dan 2018. Dengan luasan lahan tersebut semakin memperkuat pilihan pengembangan pertanian untuk peningkatan produksi pangan dan kesejahteraan petani.

Dilihat dari pola tanam dan pilihan komoditas yang diusahakan oleh petani di lahan rawa pasang surut juga beragam yang masing-masing memberikan manfaat (benefit) bagi ketersediaan pangan dan kesejahteraan keluarga. Secara umum, pola tanam yang digunakan untuk meningkatkan produksi di lahan rawa pasang surut ada yang bersifat monokultur dan polikultur. Pola tanam tanaman padi monokultur dilakukan pada sehamparan lahan sawah pada waktu tanam yang berbeda atau berurutan, yakni; (1) padi unggul-padi unggul, (2) padi unggul-padi lokal (sawit dupa), (3) padi lokal sekali setahun. Adapun pola tanam polikultur digunakan dengan menanam dua jenis atau lebih tanaman yang berbeda dalam hamparan sawah yang sama pada waktu yang sama dan harus didahului dengan penataan lahan dengan membuat surjan, sehingga bisa ditanam berbagai tanaman selain tanaman padi (Khairullah dan Fahmi, 2018). Padi lokal tetap dipertahankan oleh petani karena memiliki pasar yang jelas dan harga yang relatif lebih tinggi dibandingkan padi unggul. Jeruk siam merupakan komoditas yang dipilih oleh petani dalam system polikultur, yang umumnya varietas jeruk siam Banjar dan siam Madang.

Sistem yang berlangsung dalam usahatani di lahan rawa pasang surut menunjukkan pola yang mendukung penerapan inovasi teknologi pertanian. Pemilihan teknologi inovatif oleh petani dilakukan dengan memperhatikan kondisi luapan air (tipe luapan air) terutama dalam pemilihan komoditas dan model pengolahan lahan untuk menghindari resiko tergenangnya lahan pada saat pasang tinggi. Selain itu, pemilihan teknologi inovatif mengikuti jenis

komoditas yang dikembangkan yang telah memiliki pasar yang sudah jelas, seperti komoditas padi dan jeruk, sehingga petani di lahan rawa pasang surut mendapatkan harga yang menguntungkan. Berdasarkan beberapa faktor yang mendukung produksi pertanian, maka lahan rawa pasang surut dapat menjadi model pertanian yang ideal dengan menerapkan pengelolaan air yang tepat. Namun peran stakeholders masih terus diperlukan dengan fokus perhatian pada upaya peningkatan produktivitas lahan dan tanaman seiring dengan peningkatan permintaan ke depan.

INTRODUKSI INOVASI TEKNOLOGI PERTANIAN

Inovasi teknologi pertanian yang sudah dihasilkan Badan Litbang Pertanian mampu mendukung peningkatan produksi dan produktivitas pertanian. Hal ini terbukti pada komoditas tanaman padi yang ditanam di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan (Kabupaten Barito Kuala), dimana penggunaan varietas unggul (VUB) mampu meningkatkan produktivitas padi hingga 25% lebih tinggi dari pertanaman existing yang menggunakan varietas lokal. Peningkatan produksi padi di Kabupaten Barito Kuala diperkirakan akan meningkat lebih tinggi lagi melalui strategi peningkaan IP yang diikuti dengan penerapan inovasi VUB dan inovasi pupuk sesuai rekomendasi pada sebagian saja dari kawasan usahatani di wilayah Kabupaten Batola, yaitu sedikitnya 10% sawah ditanami VUB dan 40% menggunakan pupuk sesuai rekomendasi (Hasbianto et.al., 2018). Hal ini menunjukkan peran penting teknologi inovatif dalam peningkatan produktivitas tanaman padi di lahan pasang surut

Penggunaan inovasi pertanian lainnya seperti alat mesin pertanian spesifik lahan rawa telah mampu meningkatkan produksi padi melalui peningkatan luas pertanaman karena mampu mengatasi kesulitan dalam mengolah lahan dan mengurangi jumlah tenaga kerja di lahan pertanian tersebut. Menurut Umar et al. (2017), peran mekanisasi pertanian pada lahan pasang surut mempunyai prospek yang cukup baik dalam mendukung usaha pelestarian swasembada beras karena penggunaan alsintan pra panen, panen dan pasca panen mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan mendukung program ekstensifikasi dengan penanaman yang lebih luas, lebih cepat dan secara serempak hingga Indeks Pertanaman (IP) meningkat.

Inovasi teknologi dalam pengelolaan air di lahan rawa pasang surut menjadi kunci keberhasilan usahatani yang dilakukan petani, diantaranya inovasi sistem tabat atau bendung yang dilengkapi dengan pintu pengatur air (stop-log) yang digunakan pada lahan pasang surut tipe luapan C dan D.

Pada lahan-lahan usahatani dengan tipe luapan B, inovasi gabungan dari sistem aliran satu arah dan sistem tabat menjadi pilihan yang tepat mendukung system usaha pelaku utama (Hatta, 2014). Inovasi teknologi pengelolaan air tersebut digunakan agar petani dapat menghindari terjadinya luapan atau genangan air berlebihan serta akan dapat memberikan suplai air ke lahan pada saat diperlukan.

Badan Litbang Pertanian juga menyediakan teknologi inovatif spesifik lahan rawa berbasis digital/internet dan pemanfaatan sumberdaya secara tepat (smart technology), diantaranya penentuan dosis pupuk menggunakan "Decision Support System", model irigasi tetes untuk usahatani hotikultura, dan Kalender Tanam Terpadu (KATAM). Teknologi inovatif tersebut dapat dimanfaatkan oleh pelaku dengan pemdampingan dari sumber teknologi.

Usahatani di lahan rawa pasang surut yang dilakukan oleh petani dan pendampingan serta pembinaan oleh stakeholders terkait telah berlangsung lama, menunjukkan bahwa pertanian merupakan pilihan tepat sebagai sumber pendapatan utama bagi masyarakat setempat. Selain itu, tidak ditemukannya masalah-masalah khusus terkait lingkungan rawa terkecuali masalah kelebihan air, biotik dan abiotic tanah yang terjadi secara alami, dan rendahnya produktivitas. Oleh karena itu, Pemerintah Daerah telah membuat kebijakan yang bagus untuk mendukung peningkatan produksi dan produktivitas padi di lahan rawa Kalimantan Selatan khususnya di Kabupaten Barito Kuala berupa kombinasi penanaman varietas lokal siam dan unggul yang adaptif di lahan rawa (Inpara). Kebijakan tersebut diaktualisasikan melalui pembentukan lokasi pertanaman dengan kluster padi unggul, kluster padi unggul-lokal dan kluster padi lokal.

Kondisi rawa pasang surut yang khas, baik sumberdaya lahan maupun manusia, memerlukan adanya teknik diseminasi yang dapat meyakinkan petani agar mengadopsi kebijakan tersebut diantaranya melalui peningkatan kesadaran adanya keuntungan secara ekonomi seiring dengan meningkatnya IP padi. Pemilihan metode diseminasi yang tepat perlu dilakukan untuk menjadikan inovasi pertanian lahan rawa pasang surut diterapkan sejak persiapan lahan hingga pasca panen sehingga mampu mendukung peningkatan produksi dan produktivitas pertanian.

KARAKTERISTIK SUMBER DAYA MANUSIA HUBUNGANNYA DENGAN TINGKAT ADOPSI TEKNOLOGI

Petani lahan rawa pasang surut yang merupakan penduduk asli, umumnya berada dipesisir sungai dengan memiliki keterbatasan permodalan, cenderung memiliki tingkat pendidikan yang rendah dan bersifat apa adanya (hidup sederhana). Berdasarkan informasi yang diperoleh melalui kegiatan kunjungan ke petani yang merupakan penduduk asli di Kabupaten Batola, dapat diketahui bahwa para petani seakan-akan memiliki resistensi terhadap hal baru termasuk teknologi inovatif. Mereka merasa berkecukupan dengan pendapatan seadanya dan bersyukur kepada sang pencipta alam semesta. Pola pikir (mindset) ini adalah salah satu tantangan yang perlu diperbaiki secara bijak jika ingin meningkatkan motivasi mereka untuk meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman.

Adapun petani pendatang (transmigrasi) didatangkan dari luar daerah dan difasilitasi dengan rumah tinggal, bahan pangan untuk keluarga, saprodi serta lahan usaha. Sebagai pendatang yang menginginkan perbaikan kondisi kehidupan keluarga, petani transmigrasi memiliki motivasi yang lebih tinggi. Para petani tersebut juga diarahkan atau ditugaskan oleh Pemerintah untuk memanfaatkan lahan yang cukup luas (> 1 hektar untuk usahatani padi) hingga mampu memberikan pendapatan untuk kelangsungan hidup mereka beserta keluarga. Luasan lahan usaha tersebut, menurut Susilowati dan Maulana (2012) telah memenuhi dan bahkan melebihi luasan minimal bagi setiap KK petani padi agar bisa memiliki pendapatan setara atau di atas garis batas kemiskinan BPS yakni 0.65 ha. Sebagai contoh, para petani yang berada di UPT Tarantang Kabupaten Batola telah menunjukkan keberhasilan dalam pengelolaan lahan pasang surut untuk pengembangan pertanian di Kalimantan selatan bahkan di Indonesia (Haryono et al., 2012), namun keberhasilan pemanfaatan lahan pasang surut ini belum direplikasi optimal oleh semua kecamatan yang ada di wilayah Kabupaten Batola dan kabupaten lainnya di Provinsi Kalimantan Selatan.

Permasalahan pada pengembangan padi unggul di lahan sawah pasang surut adalah pada sektor sosial ekonomi dan adat budaya kebiasaan bukan pada masalah teknis. Petani lahan pasang surut yang berada dipesisir/pedesaan pada umumnya berpendidikan rendah (6 tahun), perencanaan masa depan rendah, dan modal/investasi terbatas (penghasilan rata-rata Rp 19.000.000/kk/tahun). Kondisi mereka juga dibatasi oleh akses

jalan/pembangunan yang lambat karena perlu investasi besar, tradisi tanam padi lokal, lahan subur terbatas, produksi rendah (IP 100) dan alih fungsi lahan. Pola pikir (mind-set) petani, terutama petani lokal/asli juga sangat sederhana. Para petani umumnya dapat menerima dan merasa cukup dengan apapun hasil yang diperoleh dari lahan usahatani mereka sebagai sumber pangan bagi keluarga dan umumnya tidak memiliki rencana usaha ke depan.

Jika dilihat dari sisi inovasi, sebagian petani memiliki kemampuan berinovasi secara mandiri yang rendah yang dapat dilihat dari penggunaan benih padi local dari hasil panen sendiri dan pemupukan yang seadanya. Selain itu, tingkat adopsi inovasi teknologi yang dintroduksikan oleh lembaga penelitian juga cenderung rendah. Kondisi ini membuat petani terperangkap pada kondisi kemiskinan dan berakibat pada rendahnya kemampuan permodalan petani. Faktor strategis internal berupa karakter sumber daya manusia (petani) inilah yang merupakan kelemahan, namun masih berpeluang untuk diupayakan. Perbaikan karakter petani ini terus berjalan simultan dengan peningkatan pendidikan formal dan atau informal terhadap petani dan keluarganya.

Pengembangan produksi berbagai produk sektor pertanian di lahan rawa pasang surut terutama tanaman padi dihadapkan pada peningkatan produktivitas yang cukup lambat. Umumnya para pelaku di sektor pertanian adalah petani yang memiliki keterbatasan permodalan dan pengetahuan, serta faktor pendukung usahatani seperti peralatan pengolah tanah, harga jual produk yang rendah dan lainnya. Para petani di lahan pasang surut umumnya memiliki tingkat pendidikan yang lebih rendah sehingga memerlukan teknik dan pendekatan tersendiri dalam mendiseminasikan inovasi teknologi pertanian.

Oleh karena itu, berdasarkan karakter sumber daya manusia (SDM petani) maka diperlukan teknis pengawalan program yang memacu pada peningkatan intensitas tanam dalam pengelolaan lahan pasang surut agar peningkatan produksi tanaman mampu meningkatkan pendapatan petani. Teknis pengawalan program sedianya diawali dari peningkatan kualitas SDM petani, dengan berpedoman pada beberapa aspek kunci yaitu: 1) petani berdaya, 2) inovasi teknologi berkembang (alsintan dan penerapan inovasi teknologi), 3) seeing and believing, 4) shared vision, 5) menghilangkan mental block, 6) kelembagaan, dan 7) taruna tani (BPTP Kalsel, 2016).

Petani selaku *central point* pengguna inovasi teknologi pertanian, Penyuluh Pertanian/Petugas Lapangan selaku fasilitator, motivator, sekaligus disseminator. Teknologi inovatif pertanian spesifik lahan rawa yang sudah dihasilkan peneliti Balitbangtan dan direkomendasikan untuk digunakan dalam mendukung peningkatan produksi/produktivitas adalah tiga faktor yang berperan strategis dan penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa Kalimantan Selatan di era industri 4.0. Peran penting ketiga factor tersebut juga perlu didukung dengan kebijakan yang memihak kepada petani dengan program kegiatan dari instansi terkait di berbagai tingkatan.

Sebagai pengguna utama inovasi teknologi pertanian, maka status petani dalam berusahatani di lahan rawa berpengaruh terhadap tingkat penerapan inovasi teknologi. Dilihat dari kepemilikan lahan, status petani di lahan rawa pasang surut terbagi menjadi tiga status yaitu (i) sebagai petani pemilik, (ii) petani penggarap dan (iii) petani pemilik juga penggarap. Bagi petani penggarap, penggunaan inovasi teknologi dalam berusahatani cenderung ditentukan oleh pemilik lahan, terutama komoditas yang akan ditanam (BPTP Kalsel, 2018). Oleh karena itu, adopsi teknologi inovatif pertanian yang didiseminasikan oleh penyuluh cenderung lambat. Rasa memiliki petani penggarap terhadap tanaman dan lahan lebih rendah dari pada petani pemilik. Oleh karena itu, di lokasi dengan proporsi petani penggarap tinggi maka sasaran diseminasi bukan hanya kepada petani penggarap saja tapi juga kepada pemilik lahan. Namun, pada umumnya pemilik lahan tidak berada di lokasi pertanaman.

Sasaran diseminasi teknologi inovatif idealnya adalah petani pemilik, sehingga informasi inovasi teknologi pertanian akan cenderung tersampaikan walaupun penerapannya sampai di lahan petani saat ini masih relatif rendah. Faktor-faktor strategis yang melatar belakangi keadaan ini terungkap pada saat survey dan FGD di tingkat petani/penyuluh, FGD tingkat kabupaten/provinsi dan pengisian kuesioner tentang pemanfaatan inovasi teknologi tanaman padi di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan. Faktor tersebut terdiri dari faktor internal dan eksternal yang tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Faktor Internal dan Eksternal Pemanfaatan Inovasi Teknologi Tanaman Padi di Lahan Rawa Pasang Surut Kalimantan Selatan (BPTP Kalsel, 2018)

Internal	
Kekuatan (*Strenght*)	Kelemahan (*Weakness*)
S1 = Lahan > 1 ha (cukup luas)	W1 = Lahan masam, kesuburan lahan rendah
S2 = Petani berpengalaman (trampil)	W2 = Daya saing dengan komoditas lain rendah (perkebunan)
S3 = Memiliki PPL, POPT	W3 = Penggunaan pupuk belum optimal
S4 = BPP (Kelembagaan Tk. kecamatan)	W4 = Belum ada rekomendasi pupuk
S5 = Pertemuan kelompok tani rutin	W5 = Penggunaan VUB & Jarwo rendah
S6 = Inovasi Teknologi (PTT-Padi)	W6 = Keterampilan menggunakan alsintan terbatas
S7 = Motivasi petani tinggi untuk tanam padi lokal	W7 = Tenaga kerja kurang (panen)
S8 = Infrastruktur cukup memadai	W8 = Combine harv. sulit untuk panen padi lokal
S9 = Saluran air sebagian ada	W9 =Tingkat pendidikan relatif rendah
S10 = Alsintan Traktor roda dua	W10 = Kelembagaan petani masih lemah
	W11 = Pemilik lahan kurang responsif
	W12 = Petani kurang yakin terhadap inovasi baru
	W13 = Modal terbatas
Eksternal	
Peluang (*Opportunity*)	Ancaman (*Threat*)
O1 = Pasar	T1 = Adanya alih fungsi lahan
O2 = Terbukanya lahan sawah baru	T2 = Terjadinya perubahan iklim
O3 = Lapangan kerja baru	T3 = Serangan OPT (Tikus, blas, tungro, burung)
O4 = Dukungan pemerintah (pusat/daerah)	
O5 = Dukungan swasta	
O6 = Adanya Inovasi teknologi (Spesifik lokasi)	
O7 = Efisiensi tenaga kerja	
O8 = Penyangga padi provinsi/Indonesia	
O9 = Diversifikasi komoditas	

Untuk meningkatkan penerapan inovasi teknologi maka perlu adanya upaya mengatasi kelemahan berupa pemetaan pembangunan lahan rawa sesuai peruntukkannya, tipologi, jenis tanah serta analisis kesesuaian inovasi dengan kebutuhan petani (Balittra, 2019) disamping memanfaatkan kekuatan yang sudah dimiliki. Proses sampainya inovasi pertanian hingga di lahan petani memerlukan waktu dan teknik diseminasi sesuai dengan karakteristik lahan dan sumber daya manusia (petani, petugas lapangan, pendamping /pembina).

Salah satu kekuatan yang dimiliki petani di lahan pasang surut adalah pengalaman bertani yang masuk kategori terampil dan adanya motivasi untuk terus menanam padi varietas lokal. Dengan kekuatan tersebut, umumnya petani padi di lahan pasang surut terus mendapatkan hasil dari usahataninya meskipun tidak memadai. Semangat petani untuk mengusahakan padi secara kontinyu bisa menjadi modal penting bagi disseminator untuk mendiseminasikan teknologi inovatif yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Tipe petani lahan rawa pasang surut cenderung tidak berorientasi ekonomi, karena walaupun menghasilkan keuntungan sedikit bahkan hampir tidak menguntungkan namun usahatani tetap dijalankan karena bertani adalah kegiatan yang sudah dilakukan secara turun temurun. Hasil panen yang diperoleh dari usahatani mereka simpan sebagai bahan makanan pokok (beras), hal ini mampu membuat mereka merasa tenang sampai menunggu musim tanam berikutnya dan panen kembali.

Petani lahan pasang surut juga memiliki beberapa modal sosial yang penting dalam keberlanjutan usahatani diantaranya rasa kekeluargaan yang tinggi dan tertanam di hati petani. Para petani secara senang hati meminjamkan benih padi kepada tetangganya yang memerlukan, terutama apabila panen yang diperoleh berlebih. Melihat kondisi di lapangan tersebut maka petani lahan rawa pasang surut tergolong petani konvensional. Oleh karena itu, seorang disseminator harus menggunakan metode diseminasi yang sesuai agar mampu meyakinkan petani akan teknologi inovatif pertanian yang disampaikan.

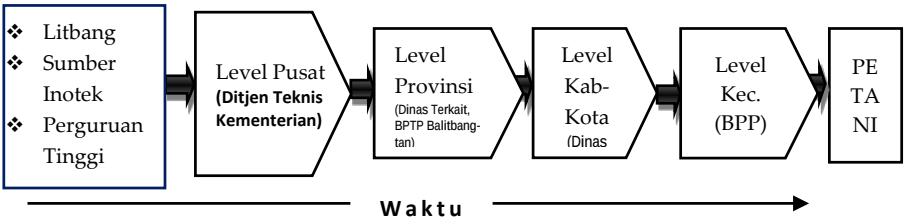
PENYELENGGARAAN DAN METODE DISEMINASI TEKNOLOGI INOVATIF PERTANIAN

Teknologi inovatif yang dihasilkan oleh sumber teknologi akan sampai kepada pengguna melalui sebuah proses diseminasi. Oleh karena itu, jika kita melihat sebuah proses diseminasi sebagai sebuah system maka terdapat 3 komponen utama yang masing-masing berpengaruh terhadap diadopsinya sebuah inovasi teknologi, yaitu: teknologi inovatif, disseminator, dan pengguna.

Teknologi inovatif merupakan produk yang dihasilkan oleh lembaga atau instansi yang mendapat penugasan baik oleh Pemerintah maupun swasta. Pada intinya, lembaga tersebut merakit inovasi teknologi yang diharapkan mampu memecahkan permasalahan berdasarkan persoalan yang berkembang, tujuan yang ingin dicapai, maupun kebutuhan/permintaan dari pengguna. Penerapan inovasi teknologi akan dapat meningkatkan produktivitas atau kinerja melalui manfaat yang dibawanya.

Disseminator adalah pihak-pihak yang berperan dalam menyampaikan inovasi teknologi dari sumber inovasi (Lembaga/instansi yang menghasilkan teknologi seperti Lembaga penelitian pemerintah, perguruan tinggi, dan swasta). Disseminator ini memegang peran strategis sebagai jembatan penghubung (bridge of technology in a delivery system) bagi penghasil dan pengguna teknologi. Bagi penghasil, disseminator diperlukan terkait dengan perbaikan kinerja inovasi teknologi yang telah digunakan oleh masyarakat. Apakah inovasi teknologi tersebut telah mampu meningkatkan produktivitas usahatani sebagaimana yang diinginkan oleh pengguna ataukah perlu dilakukan perbaikan kinerja inovasi teknologi sehingga manfaat bagi pengguna semakin meningkat? Bagi pengguna, disseminator berperan sebagai pembawa inovasi teknologi yang sekaligus sebagai pendamping pada saat inovasi teknologi tersebut dimanfaatkan oleh pengguna.

Pengguna inovasi teknologi adalah pihak-pihak yang berkepentingan dengan pemanfaatan inovasi teknologi untuk meningkatkan atau memperbaiki system produksi dari usahatani yang dikelolanya. Secara umum, pengguna inovasi teknologi adalah para pelaku utama yang menginginkan adanya peningkatan hasil atau kinerja dari usaha yang sedang dijalankannya. Dalam sektor pertanian, petani baik perorangan maupun dalam bentuk usaha (perusahaan) merupakan pengguna inovasi teknologi. Pada sektor pertanian proses diseminasi dan pihak/komponen yang terlibat dalam system tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem penyampaian teknologi inovatif pertanian

Pada gambar tersebut, system penyampaian teknologi inovatif melibatkan Kementerian penghasil teknologi, Bakorluh-BPTP-Dinas terkait di provinsi, Bapeluh/BP4K/Dinas terkait di tingkat kabupaten, BPP di tingkat kecamatan, dan petani (Gapoktan dan Poktan) di tingkat desa. Alur diseminasi tersebut memiliki setidaknya dua titik kritis yaitu pada level Provinsi sebagai disseminator pertama dan pada tingkat kecamatan sebagai disseminator yang berkaitan dengan pengguna.

Lamanya waktu teknologi inovatif untuk diadopsi oleh petani secara umum disebabkan oleh dua faktor utama yaitu delivery system dan petani/pengguna. Delivery system yang dibangun di Indonesia masih belum efektif yang antara lain disebabkan oleh banyaknya instansi yang terlibat, dimana setiap instansi yang terlibat juga perlu waktu untuk memahami teknologi tersebut. Dari sisi petani atau pengguna, terdapat beberapa situasi yang menentukan penerapan dan keberlanjutan inovasi teknologi oleh petani yaitu: (i) kesediaan menggunakan teknologi ketika teknologi tersebut sudah sampai kepadanya, (ii) kemampuan petani menyediakan komponen teknologi sesuai anjuran inovasi teknologi (modal untuk membeli dan bahan yang perlu dibeli), dan (iii) pemahaman petani bahwa inovasi teknologi tersebut akan memberikan manfaat/keuntungan yang lebih tinggi dimana pendidikan mempengaruhi cepat/lambatnya pemahaman petani.

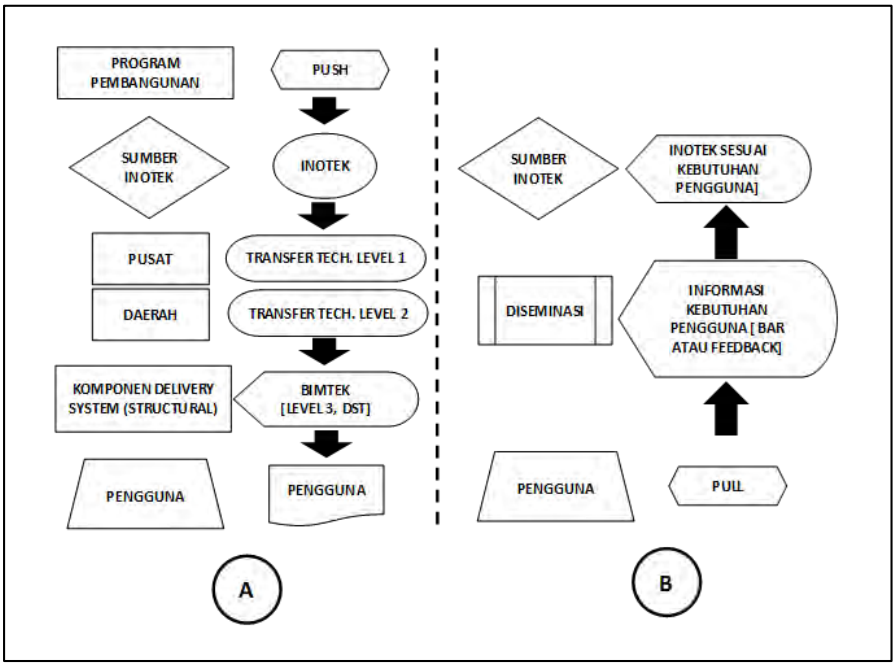
Kurang efektifnya *delivery system* ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya lembaga yang terlibat, metode penyuluhan/diseminasi yang digunakan, program pendukung, dan kebijakan pembangunan pertanian. Proses diseminasi teknologi inovatif secara formal melibatkan banyak lembaga/instansi atau bersifat structural berdasarkan pada penjenjangan tugas dari pemangku kebijakan yang lebih tinggi, dimana setiap instansi yang terlibat juga perlu waktu untuk memahami teknologi tersebut. Lembaga yang

terlibat dan menjadi bagian dari sebuah delivery system inovasi teknologi dalam sektor pertanian menentukan waktu sampainya teknologi inovatif ke tingkat pengguna.

Selain itu, kinerja *delivery system* sejak dimulainya era otonomi daerah juga sangat dipengaruhi oleh ada tidaknya keselarasan antara teknologi inovatif yang didiseminasikan dengan program periodik pemerintah daerah. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus teknologi inovatif bergerak dari penghasil teknologi inovatif ke pengguna (top-down) dengan cara didorong (push movement) dan melewati cukup banyak titik singgah. Jika dibandingkan dengan petani di negara maju seperti Amerika Serikat, pergerakan inovasi teknologi dari penghasil ke pengguna terjadi karena permintaan pengguna (pull movement) sehingga efisien (cepat) dan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Gambar 2).

Diseminasi teknologi inovatif pertanian di lahan rawa pasang surut mengikuti model A dimana teknologi inovatif diperkenalkan oleh disseminator sebagai bagian dari program pembangunan. Petani sebagai pengguna inovasi teknologi pada umumnya akan menerima dan menerapkan paket teknologi yang diberikan, namun tidak ada jaminan keberlanjutan penerapannya. Selain itu, jalur diseminasi (dissemination channel) sebagai bagian dari delivery system inovasi teknologi hanya berjalan satu arah yaitu dari sumber teknologi ke pengguna.

Oleh karena itu, model ini memiliki dua kelemahan yaitu banyaknya komponen (struktural) dan tidak ada atau minimnya umpan balik (feedback) atas kinerja inovasi teknologi di lapangan. Sehingga, teknologi inovatif yang didiseminasikan pada model Push Movement ini umumnya diyakini berkinerja baik (sesuai).



Gambar 2. Model Push dan Pull Movement dalam diseminasi teknologi inovatif pertanian (keterangan bagian A: Push Movement; bagian B: Pull Movement)

Salah satu penyebab rendah atau tidak adanya *feedback* kinerja inovasi teknologi adalah lemahnya jaringan komunikasi antar *disseminator* dan antara *disseminator* dengan sumber teknologi.

Faktor kedua yang mempengaruhi percepatan adopsi inovasi adalah tepat tidaknya pemilihan dan penggunaan metode penyuluhan. Penggunaan metode yang tepat akan menentukan efektivitas diseminasi terutama dalam hal kemudahan pemahaman inovasi teknologi tersebut oleh petani. Dalam praktek, penggunaan metode penyuluhan seringkali dilakukan dengan mengkombinasikan satu metode dengan metode lainnya untuk memperoleh hasil yang optimal.

Namun demikian, dasar pemilihan metode penyuluhan agar dapat efektif dalam mendiseminasikan sebuah teknologi inovatif ditentukan oleh dua hal, yaitu (a) isi pesan (umum/khusus); dan (b) target sasaran (individu, kelompok, umum). Disseminator harus mampu menyajikan isi atau konten dari inovasi

teknologi secara jelas, sederhana (simple) dan mudah dipahami dan diikuti (practical) oleh calon pengguna. Disseminator juga harus bisa mendiseminasikan teknologi inovatif tersebut pada target calon pengguna secara tepat. Dengan memahami dua dasar tersebut, maka disseminator akan mampu memilih dan menggunakan metode yang terbaik.

Metode penyuluhan pertanian digolongkan menjadi tiga, yaitu: (1) berdasarkan teknik komunikasi (metode penyuluhan langsung dan penyuluhan tidak langsung), (2) berdasarkan jumlah sasaran yang dicapai (metode/pendekatan perorangan, pendekatan kelompok dan pendekatan massal), dan (3) berdasarkan indera penerima dari sasaran (metode yang dapat diterima oleh indra penglihatan, oleh indra pendengaran dan oleh beberapa indra).

Salah satu metode yang banyak diterapkan adalah metode berdasarkan sasaran/audien. Ban, Van Den dan Hawkins, H,S. (1999) menjelaskan tujuan, keuntungan, dan teknik yang umum digunakan dalam metode penyuluhan media massa, kelompok, dan individu, sebagai berikut:

Metode penyuluhan media massa (massal)

Metode ini ditujukan kepada petani secara umum tanpa adanya hubungan personal antara penyuluh dengan audien. Penyampaian teknologi inovatif menggunakan metode massa memiliki beberapa kelebihan, diantaranya luasnya jangkauan diseminasi, memerlukan biaya yang lebih murah, dapat dilakukan oleh banyak disseminator (sinergi), hambatan pelaksanaan kegiatan lebih kecil bagi disseminator di wilayah dengan infrastruktur terbatas. Namun demikian, melalui metode ini partisipasi aktif dari peserta akan sangat terbatas sehingga tidak memungkinkan bagi disseminator untuk mendapatkan umpan balik. Demikian juga materi yang didisseminasikan tidak bersifat detil. Disseminator umumnya menggunakan media massa local seperti radio, TV, dan koran.

Metode penyuluhan kelompok

Metode ini ditujukan kepada kelompok tertentu melalui pertemuan tatap muka antara penyuluh dengan audien. Penggunaan metode kelompok memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adanya partisipasi aktif dari peserta sehingga disseminator akan mendapatkan umpan balik terkait teknologi inovatif yang didiseminasikan, materi bersifat spesifik sesuai kebutuhan, dan

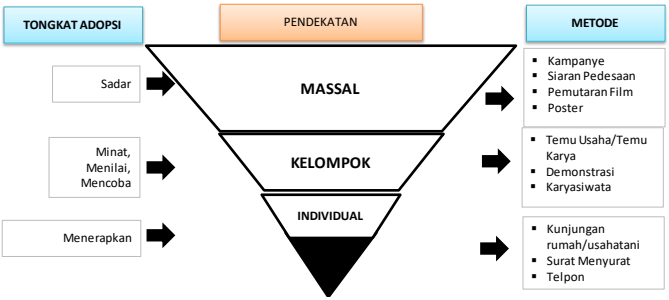
memungkinkan adanya kesepakatan dari kelompok sasaran terkait penerapan inovasi teknologi. Namun, jumlah peserta biasanya terbatas dan memerlukan biaya yang lebih tinggi dibandingkan métode massa. Disseminator umumnya menggunakan media ceramah, pelatihan, demonstrasi atau peragaan sehingga dapat langsung melibatkan peserta.

Metode penyuluhan individu

Metode ini ditujukan kepada petani secara perorangan. Melalui metode ini, disseminator melakukan interaksi secara langsung dengan audien sehingga keduanya terlibat secara aktif dalam proses diseminasi. Namun, metode ini memerlukan korbanan waktu dan biaya yang lebih tinggi, terutama bagi disseminator yang berada di wilayah dengan infrastruktur terbatas. Disseminator umumnya menggunakan teknik paritisipatif, konsultasi, maupun diagnosis.

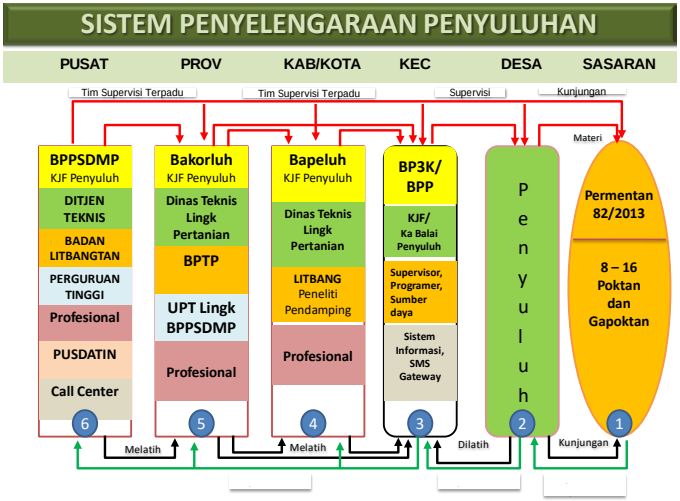
Selain itu, dalam merespon teknologi inovatif dan metode diseminasi yang digunakan, maka terdapat 5 tahapan adopsi teknologi inovatif oleh petani yakni: tahap sadar, tahap minat, tahap menilai, tahap mencoba dan terakhir tahap menerapkan. Sasaran diseminasi sebagian besar dapat mengetahui dan memahami bentuk/jenis teknologi inovatif yang didiseminasikan pada tahap awal proses (introduksi). Sasaran umumnya menyadari penting dan manfaat teknologi inovatif bagi usahatani mereka. Namun, jumlah sasaran atau petani yang sampai pada tahap menilai dan mencoba umumnya akan sedikit. Demikian seterusnya hingga hanya terdapat sebagian kecil petani yang bersedia menerapkan inovasi teknologi berdasarkan keinginan mereka sendiri.

Hubungan tingkat adopsi, pendekatan dan metode penyuluhan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan tingkat adopsi, metode, dan penerapan inovasi teknologi

Penyelenggaran diseminasi di lahan rawa pasang surut, sebagaimana pada agroekosistem lainnya, mengacu pada penyelenggaraan penyuluhan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 82/Permentan/OT.140/8/2013 (Gambar 4).



Gambar 4. Sistem penyelengaraan penyuluhan sebagaimana tercantum dalam Permentan No.: 82 tahun 2013

Penyuluhan (diseminasi) merupakan pendidikan non formal dan merupakan sebuah proses merubah PKS (Prilaku, Keterampilan dan Sikap) sasaran yang dilakukan oleh penyuluh (disseminator) dan tentunya

memerlukan waktu. Proses inti diseminasi, dimana dilakukan peningkatan kapasitas penyuluh melalui latihan dan konsultasi. Selanjutnya, penyuluh yang berada di tingkat desa melakukan kunjungan kepada Poktan/Petani untuk menyampaikan materi/informasi ataupun solusi terhadap masalah yang mereka hadapi.

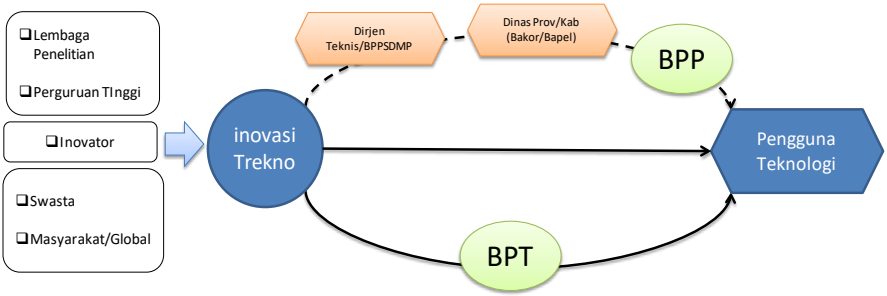
Disseminator di lahan rawa pasang surut umumnya menggunakan metode latihan dan kunjungan (LAKU). Metode latihan dilakukan secara rutin dua kali dalam sebulan bertempat di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) sesuai dengan topik latihan yang terjadwal. Topik yang menjadi materi latihan merupakan rekapitulasi kebutuhan seluruh petani yang berada di Wilayah Kerja Binaan BPP (WKBPP) dan tercantum dalam programa penyuluhan pertanian kecamatan. Kunjungan ke petani/poktan/ Gapoktan dilakukan oleh penyuluh disetiap desa selama empat hari kerja dalam satu minggu. Metode LAKU pada level wilayah binaan sebenarnya cukup efektif dalam mendorong petani untuk berusahatani sesuai anjuran hingga cenderung meningkatkan pendapatan mereka. Namun, disseminator pada level ini umumnya hanya melakukan improvisasi seperlunya sesuai dengan kemampuannya.

Kondisi dimana disseminator hanya mampu berimprovisasi seadanya menggambarkan bahwa BPP maupun penyuluh di lapangan tidak memiliki kemampuan atau kekuatan yang cukup untuk secara kuat mendorong penerapan inovasi teknologi oleh pengguna (dalam model Push Movement). Beberapa hal yang mengakibatkan lemahnya disseminator pada level ini adalah tidak merata dan lambatnya update pengetahuan penyuluh, tidak tersedianya contoh penggunaan inovasi teknologi yang dikelola langsung oleh penyuluh, dan pola pikir (mind-set) petani rawa pasang surut yang sederhana. Diseminasi teknologi merupakan sebuah metode untuk membujuk/mengajak petani menerapkan satu teknologi inovatif, sehingga disseminator tidak dapat memaksakannya jika sasarannya menunjukkan sikap resistensi. Sikap petani tersebut juga dipengaruhi oleh metode diseminasi yang digunakan yang umumnya masih konvensional (BBP2TP, 2012).

Pada era industry 4.0, penghasil teknologi dapat secara langsung memperkenalkan inovasinya melalui daring sehingga dapat diketahui oleh pengguna atau calon pengguna secara cepat (real time). Internet atau daring berperan dalam mempercepat proses diseminasi terutama berkaitan dengan waktu (kecepatan) sampainya teknologi inovatif kepada calon pengguna. Namun demikian, petani di lahan pasang surut sebagian besar merupakan

petani dengan kepemilikan modal yang terbatas yang mengakibatkan terbatasnya pembelian input usahatani. Kondisi tersebut juga membatasi kemampuan petani dalam menggunakan daring untuk mengakses teknologi baru, disamping besarnya pengaruh informasi non pertanian yang dikemas jauh lebih menarik bagi pengguna daring.

Selain itu, diseminasi teknologi inovatif melalui daring tidak dapat memberikan teknologi tersebut secara utuh terutama bagi pengguna yang umumnya terbiasa dengan contoh dan praktik langsung di lapang. Oleh karena itu, kecepatan penyampaian teknologi inovatif kepada pengguna melalui daring tidak memberikan jaminan adanya pemahaman akan teknologi inovatif tersebut. Sehingga, peran Lembaga disseminator seperti BPTP tetap diperlukan untuk menjelaskan manfaat dan cara kerja teknologi inovatif melalui percontohan/praktik lapang. Terutama terkait peran BPTP dalam menghasilkan teknologi tepat guna spesifik lokasi (Hermawan dan Sarjana, 2018). Proses atau system penyampaian teknologi inovatif (*delivery system*) pada era industry 4.0 dapat digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jalur diseminasi teknologi inovatif kepada pengguna

Sebagai contoh mengenai tidak utuhnya teknologi inovatif yang diperoleh oleh pengguna melalui daring diceritakan oleh seorang responden yang merupakan salah satu petani millennial sayuran yang mengusahakan tomat. Petani mengetahui tentang teknologi produksi tomat dalam hal ini cara penerapan inovasi teknologi melalui daring namun tidak memahami secara utuh. Terutama jika dalam penerapan inovasi teknologi tersebut menemukan masalah yang menurunkan produktivitas usahatani, yang mengakibatkan

pengguna meninggalkan inovasi teknologi. Disinilah peran disseminator, yaitu membantu pengguna menghindari kesalahan penerapan yang mengakibatkan tujuan perakitan teknologi inovatif tidak tercapai.

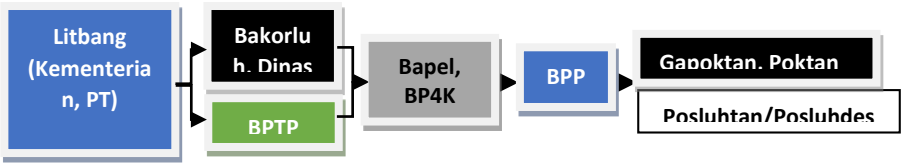
Gambar 5, menunjukkan 3 jalur penyampaian inovasi teknologi yang umum terjadi. Jalur pertama merupakan jalur yang digunakan oleh Kementerian Pertanian sebelum era industri 4.0. Jalur kedua merupakan upaya mempercepat penyampaian diseminasi dengan pembentukan dan pelibatan BPTP. Sedangkan jalur ketiga merupakan proses penyampaian inovasi teknologi melalui daring. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, pada era industri 4.0 delivery system yang efektif adalah gabungan antara jalur ketiga dengan kedua, serta dengan melibatkan stakeholders pada jalur kesatu yang membawa program pendukung untuk penerapan inovasi teknologi oleh pengguna. Menurut Rohmani dan Suparno (2018), pada era industry 4.0 sistem produksi pertanian didukung pemanfaatan teknologi, jaringan cerdas dan juga alat manajemen data.

Faktor ketiga yang mempengaruhi efektifitas diseminasi teknologi inovatif adalah tersedianya program dan atau sarana pendukung yang dibutuhkan oleh disseminator. Sebagaimana diungkapkan oleh Penyuluh Lapangan (PPL) Desa Banjang dan Desa Sungai Tabuk, program-program yang diluncurkan Pemerintah seperti sekolah lapang (SL) petani dengan menggunakan pendekatan partisipatif dapat mempercepat penyampaian dan pemahaman inovasi teknologi oleh pengguna. Melalui program tersebut, disseminator mampu memberikan penjelasan secara rinci dan langsung serta menunjukkan tata cara pelaksanaannya melalui demonstrasi yang diikuti oleh disseminator dan pengguna. Faktor keempat yang penting dalam diseminasi teknologi inovatif adalah adanya keselarasan kebijakan stakeholders. Kebijakan pembangunan pertanian oleh Pemerintah pusat dan daerah hingga ke tingkatan terendah juga sangat menentukan keberhasilan penyampaian, penerapan dan keberlanjutan sebuah inovasi teknologi. Kebijakan yang bertolak belakang antar jenjang pemerintahan akan mengakibatkan terputusnya jalur *delivery system* sebuah inovasi teknologi dan mempengaruhi minat pengguna untuk menerapkan inovasi teknologi.

KELEMBAGAAN PENDUKUNG PROSES AKSELERASI PENERAPAN INOVASI TEKNOLOGI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Kelembagaan memegang peran penting dalam proses diseminasi teknologi inovatif pertanian. Sebagaimana disebutkan pada sub bab sebelumnya, dalam delivery system teknologi inovatif di lahan rawa pasang surut terlibat banyak pihak/komponen yang berperan membawa teknologi inovatif (bersifat stuktural) hingga ke pengguna. Disseminator utama teknologi inovatif adalah penyuluh yang berada pada lembaga-lembaga di level provinsi (Bakorluh/Dinas dan BPTP Balitbangtan), kabupaten (Bapeluh/dinas), hingga kecamatan (BPP). Lembaga yang terlibat dalam proses diseminasi teknologi inovatif pertanian di lahan rawa pasang surut dapat dilihat pada Gambar 6.

Lembaga krusial dalam diseminasi teknologi inovatif adalah Balai Penyuluhan Pertanian (BPP). BPP sebagai home-base bagi penyuluh, termasuk POPT, PBT, dan petugas lapangan lainnya memiliki peran sangat strategis bagi keberhasilan program, bukan hanya karena eksistensi disseminator pada lembaga tersebut tetapi juga berperan sebagai tempat konsultasi formal bagi petani terhadap berbagai masalah pertanian.



Gambar 6. Kelembagaan dalam sistem penyampaian inovasi teknologi pertanian

BPP juga dilengkapi dengan sarana pendukung diseminasi diantaranya fasilitas peraga untuk demplot teknologi, papan diseminasi dan ruang konsultasi/pertemuan.

Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) merupakan lembaga penyuluhan terdekat dengan user (pengguna). Muara dari pelaksanaan kegiatan berada di BPP karena BPP merupakan pusat koordinasi program dan pelaksanaan kegiatan di kecamatan yang mempertemukan semua pihak terkait beserta teknologi inovatif dan program yang akan didiseminasikan dengan pengguna. Peran dan posisi BPP ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7. Lembaga yang terlibat dalam pembangunan pertanian dengan BPP sebagai sentral (berdasarkan Permentan No.: 82 tahun 2013)

Di Provinsi Kalimantan Selatan, BPP telah terbentuk dan tersebar di seluruh wilayah. Jumlah BPP yang telah terbentuk dan berperan dalam diseminasi teknologi inovatif di Kalimantan Selatan adalah sebanyak 129 buah, sehingga terdapat sekitar 24 dari 153 kecamatan yang belum memiliki BPP. Jika dilihat sebaran BPP, sebanyak 7 kabupaten/kota dari total 13 kabupaten/kota se-Kalimantan Selatan merupakan wilayah tingkat II yang memiliki lahan pasang surut telah memiliki BPP. Tujuh kabupaten/kota tersebut adalah Barito Kuala (Batola), Banjar, Tanah Laut, Tapin, Tanah Bumbu, Kotabaru, dan Banjarmasin.

Pentingnya posisi BPP sebagai *home-base* bagi penyuluh merupakan salah satu faktor yang secara langsung mempengaruhi kinerja penyuluh, diantaranya dalam pembinaan Gapoktan dan Poktan. Idealnya, seorang penyuluh membina satu desa sesuai dengan potensinya sebagai wilayah binaan. Di Kalimantan Selatan, dari sejumlah 2.009 desa yang ada telah mendapat pengawalan dari 1.783 penyuluh (pertanian, kehutanan, perikanan) dan tidak termasuk penyuluh swadaya. Jika dilihat dari jumlah gapoktan yang berjumlah 1.710 buah, maka jumlah penyuluh tersebut sudah cukup proporsional/ memadai. Sedangkan jumlah Poktan hingga saat ini yang eksis

sebanyak 15.012 buah. BPP, penyuluh pertanian/THL-TBPP, Gapoktan dan Poktan di tujuh kabupaten/kota yang memiliki lahan rawa pasang surut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keberadaan BPP, Kecamatan, Desa, Penyuluh/THL-TBPP, Gapoktan, Poktan dan Luas lahan Rawa Pasang Surut di Kalimantan Selatan

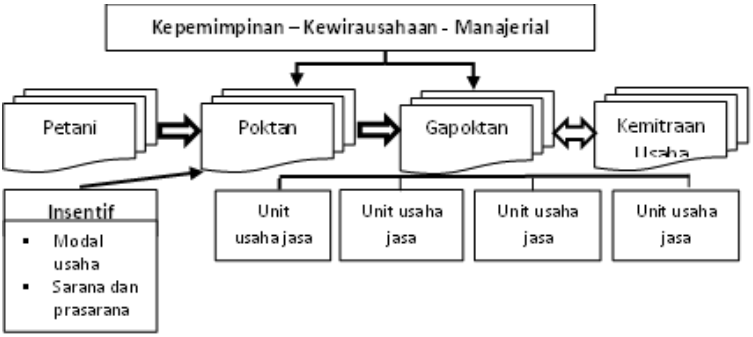
No	Lokasi	Nama BPP yang memiliki lahan pasut	Kecamatan	Luas (ha)
1.	Kab. Batola	Tabunganen	Tabunganen	16.155
	∑ Kec : 17	Tamban	Tamban	9.812
	∑ Desa : 120	Mekarsari	Mekarsari	7.118
	PPL = 103 orang	Anjir pasar	Anjir pasar	10.170
	Gapoktan 210	Anjir Muara	Anjir Muara	8.036
	Poktsn 1806	Alalak	Alalak	4.225
	BPP 16	Mandastana	Mandastana	5.170
		Jejangkit	Jejangkit	3.431
		Belawang	Belawang	4.773
		Wanaraya	Wanaraya	3.637
		Barambai	Barambai	8.541
		Rantau Badauh	Rantau Badauh	11.493
		Cerbon	Cerbon	5.237
		Bakumpai	Bakumpai	5.475
		Marabahan	Marabahan	6.023
		Tabukan	Tabukan	6.177
2.	Kab. Banjar	Aluh-Aluh	Aluh-Aluh	7.267
	∑ Kec : 20	Beruntung Baru	Beruntung Baru	5.507
	∑ Desa : 290	Gambut	Gambut	7.462
	PPL = 131 orang	Kertak Hanyar	Kertak Hanyar	3.280
	Gapoktan 271	Tatah Makmur	Tatah Makm	2.848
	Poktsn 2066	Sungai Tabuk	Sungai Tabuk	8.683
	BPP 20			
3.	Tanah Laut	Panyipatan	Panyipatan	50
	∑ Kec : 11	Takisung	Takisung	1.200
	∑ Desa : 135	Kurau	Kurau	7.557
	PPL = 92 orang	Bumi Makmur	Bumi Makmur	4.529
	Gapoktan 131	Tambang Ulang	Tambang Ulang	621
	Poktsn 1638	Pelaihari	Pelaihari	346
	BPP 11	Jorong	Jorong	939
4.	Tapin: ∑ Kec : 12; ∑ Desa : 135; PPL = 85 orang; Gapoktan 132,Poktsn 1209; BPP 12	CLU	CLU	6.383
		CLS	CLS	10.882
5	Tanah Bumbu ∑ Kec : 10; ∑ Desa : 219 PPL = 34; Gapoktan 135 Poktsn 1161; BPP 9	Kusan Hilir	Kusan Hilir	210
6.	Kotabaru	Sebelimbingan	Pulau Laut Teng	892
	∑ Kec : 21 ; ∑ Desa : 202	Sei Kupang	Kelumpang sel	714
	PPL = 46 orang; Gapoktan 168; Poktsn		Kelumpang Hulu	205
	1188; BPP 5		Pamukan Utara	200
		Berangas	Pulau Sebuku	541
		Sepagar	Pulau Laut Sel	274
			Pulau Laut Barat	100
			Pulau Sembilan	25
		Garunggang	Sampanahan	65
			Pamukan Selatan	50
7	Banjarmasin	Bjm Selatan	Bjm Selatan	1.357
	∑ Kec : 5;∑ Desa : 52	Bjm Timur	Bjm Timur	303
	PPL = 16 orang;Gapoktan 21	Bjm Barat	Bjm Barat	38
	Poktsn 204;BPP 5	Bjm Utara	Bjm Utara	290

Data diolah dari: BPS Kalsel (2018); Distan TPH Prov. Kalsel, Simluhtan, diakses 26 Agustus 2019.

Dari sebanyak 78 BPP di tujuh kabupaten yang memiliki lahan rawa pasang surut, hanya sebanyak 41 buah (53%) yang wilayahnya benar-benar mencakup lahan pasang surut dengan luas lahan yang beragam. Keseluruhan BPP tersebut berfungsi/berperan dengan baik terutama dalam penyelenggaraan kegiatan dimana BPP selaku wadah belajar-mengajar baik berupa latihan, konsultasi dan kegiatan lain yang mendukung pembangunan pertanian. Namun demikian, tidak semua BPP dapat menjalankan fungsinya secara optimal dan masih terus memerlukan perhatian dan dukungan terhadap biaya operasional BPP (listrik, internet, konsumsi saat pertemuan, biaya kantor dll).

Melihat kembali sejarah dan kelembagaan penyuluhan, pada tahun 2011 dibentuk Bakorluh dan Bapelluh sebagai lembaga penyuluhan di tingkat provinsi dan kabupaten. Kedua lembaga penyuluhan ini merupakan satmingkal dari petugas penyuluh di tingkat provinsi dan kabupaten. Seiring dinamika perubahan organisasi baik pusat maupun daerah, saat ini kelembagaan yang menangani Penyuluh Pertanian tingkat provinsi dan kabupaten berada di Dinas Pertanian TPH provinsi dan kabupaten melalui seksi penyuluhan, namun satmingkal penyuluh berada di instansi yang berbeda. Oleh karena itu satu satunya kelembagaan penyuluhan yang tetap ada dan mau tidak mau harus selalu exist di tingkat lapangan adalah Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) yang berada di setiap kecamatan. Adapun petugas penyuluh lapang yang ada di wilayah Kalimantan Selatan, terdiri dari : (1) Penyuluh Pertanian (1.031 orang), (2) Penyuluh Perikanan (135 orang), (3) Penyuluh Kehutanan (85 orang), (4) THL-TBPP (489 orang), (5) Penyuluh Perikanan Tenaga Kontrak (34 orang), (6) Penyuluh Perkebunan Tenaga Kontrak (9 orang) dan (7) Penyuluh Swadaya (695 orang).

Kelembagaan di tingkat petani yang berperan penting terhadap akselerasi penerapan inovasi teknologi adalah Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) dan Kelompok Tani (Poktan). Lembaga ini bersifat krusial dan berpengaruh terhadap proses diseminasi teknologi inovatif dan keberlanjutannya. Gapoktan merupakan sebuah bentuk kelembagaan petani yang minimal terdiri dari 4 buah Poktan (±100 KK). Gapoktan adalah bentuk Lembaga yang tepat, sesuai dan ideal di dalam sistem pertanian dengan skala usaha per kepala keluarga (KK) yang relatif sempit seperti Indonesia.



Gambar 8. Paradigma pengembangan kelembagaan petani
(dalam Permentan Nomor: 273/2007)

Keberadaan Lembaga ini seharusnya mampu meningkatkan posisi tawar petani. Demikian pula di lahan rawa pasang surut, keberadaan Gapoktan akan memberikan konstribusi yang besar pada upaya Pemerintah dalam peningkatan produksi dan produktivitas usahatani serta kesejahteraan petani. Usaha secara kolektif oleh Gapoktan inilah yang mampu meningkatkan posisi tawar petani, dimana akan sulit dicapai pada usahatani secara perorangan. Sejatinya, model lembaga Gapoktan yang diharapkan oleh Pemerintah memiliki fungsi dan peran yang penting dalam sebuah usahatani dilengkapi dengan beberapa sayap usaha sebagaimana dijelaskan dalam Permentan nomor 273 tahun 2007 (Pusluhtan, 2011).

Poktan merupakan lembaga pengguna akhir dari teknologi inovatif yang langsung sampai di lahan petani dan sangat menentukan cepat lambatnya teknologi inovatif dimanfaatkan. Sebagai salah satu factor penentu (defining factor) dalam keberhasilan diseminasi, kelas poktan yang dituju perlu diperhatikan sebagai salah satu *impact point* dalam akselerasi penerapan inovasi teknologi di lahan petani. Kelas kelompok tani terdiri dari lima tingkatan yaitu: (1) belum dikukuhkan, (2) Pemula, (3) Lanjut, (4) Madya dan (5) Utama. Semakin tinggi kelas poktan maka akan semakin memperbesar peluang keberhasilan diseminasi teknologi inovatif. Di 13 kabupaten/kota wilayah Provinsi Kalimantan Selatan, proporsi poktan terdiri dari kelas poktan yang belum dikukuhkan sebanyak 3.436 poktan, kelas pemula 7.086 poktan, kelas lanjut 3.957 poktan, kelas madya 507 poktan dan kelas utama baru mencapai 27 poktan. Sedangkan poktan yang ada di lahan

rawa pasang surut didominasi oleh kelas kelompok pemula dan lanjut. Kondisi ini memerlukan teknik diseminasi dengan menggabungkan beberapa metode terutama dinamika kelompok selalu digandengkan dengan metode yang akan digunakan agar petani termotivasi untuk mencoba/ menerapkan teknologi inovatif yang akan disampaikan. Adapun keberadaan kelas kelompok tani yang ada di lahan pasang surut Kalimantan selatan terlihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kelas Kelompok Tani di Lahan pasang Surut Kalimantan Selatan Tahun 2019

Kabupaten	Kelas kelompok tani				
	Pemula	Lanjut	Madya	Utama	Belum di kukuhkan
Batola	1.311	427	12	1	55
Banjar	997	758	48	0	263
Tanah Laut	663	232	32	1	710
Tapin	368	731	101	4	5
Tanah Bumbu	646	59	1	0	455
Kotabaru	340	30	0	0	818
Banjarmasin	161	26	4	0	13

Data diolah dan bersumber dari Simluhtan, di akses 26 Agustus 2019.

Selain Lembaga-lembaga yang secara langsung bersentuhan dengan teknologi inovatif dan penerapannya, kelembagaan pemerintah terutama di bidang kebijakan pembangunan pertanian juga memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut. Peran penting kelembagaan ini terutama dalam upaya penyelesaian permasalahan dan tantangan dalam pengelolaan lahan rawa diantaranya alih fungsi lahan ke penggunaan untuk non pertanian, rendahnya jumlah dan kualitas infrastruktur pendukung, serta lambatnya diseminasi teknologi inovatif pertanian (Hairani et al., 2017).

Alih fungsi lahan pertanian di daerah rawa pasang surut terjadi seiring dengan terjadinya peningkatan jumlah dan kualitas infrastruktur terutama jalan dan listrik. Lahan-lahan pertanian yang berada di sepanjang jalan yang dilengkapi fasilitas listrik, umumnya beralih fungsi atau peruntukkan menjadi kawasan perumahan dan pertokoan. Peran lembaga Pemerintah di

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kementerian Pertanian, dan Kementerian terkait lainnya bersama Unit Kerja di daerah sangat diperlukan guna menurunkan laju konversi lahan tersebut.

Pemerintah telah melakukan upaya perlindungan terhadap lahan-lahan pertanian yang produktif dari laju konversi dengan menerbitkan Undang-Undang (UU) Nomor 41 tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Implementasi dari UU tersebut diikuti dengan penetapan lahan pertanian oleh setiap daerah melalui Peraturan Daerah (Perda), diantaranya Perda Provinsi Kalimantan Selatan Nomor 2 tahun 2014 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Tanaman Pangan Berkelanjutan yang didalamnya menetapkan perlindungan terhadap lahan seluas 353.803 hektar (ha) sebagai lahan pertanian tanaman pangan berkelanjutan. Dari luasan tersebut, sebanyak 104.867 ha terdapat di Kabupaten Barito Kuala yang seluruhnya merupakan lahan pasang surut. Selain itu, pemerintah daerah melalui dinas terkait nampaknya juga telah melakukan upaya edukasi kepada masyarakat pemilik lahan di sepanjang jalur infrastruktur untuk mempertahankan lahannya sebagai lahan pertanian.

Peningkatan jumlah dan kualitas infrastruktur yang diperlukan diantaranya jalan utama dan jalan desa, jalan usahatani dan jaringan pengairan. Infrastruktur merupakan bagian yang memerukan investasi tinggi dan mahal, sehingga upaya pembangunan maupun peningkatan infrastruktur sangat tergantung dari program Pemerintah. Misalkan terkait dengan pemanfaatan air yang ketersediaannya melimpah. Manfaat tersebut akan dirasakan oleh masyarakat, terutama petani, jika kondisi air dapat diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Di Kabupaten Batola sistem pengelolaan air yang banyak digunakan adalah sistem tabat. Sebagian besar saluran air di lahan petani dalam kondisi kurang terawat dan mengalami pendangkalan, sehingga fungsi saluran menjadi kurang optimal. Untuk itu direkomendasikan perlunya program khusus oleh Pemerintah Daerah untuk pembersihan dan normalisasi saluran air. Salah satu contoh kendala dalam pengaturan air di lahan rawa pasang surut sebagaimana yang dituturkan oleh petani di Desa Danda Jaya. Para petani merasakan sulitnya mengendalikan air terutama saat pasang karena kondisi saluran yang tidak terawat dan tidak berfungsinya pintu air dengan baik.

Terkait dengan peran kelembagaan terutama Lembaga Pemerintah, maka sangat penting melakukan penguatan program-program terkait yang dimiliki oleh setiap lembaga. Adanya sinergi program antar instansi akan menjadi faktor pengungkit keberhasilan pengelolaan lahan pasang surut. Jika dalam sebuah kawasan pasang surut menjadi "point of concern" dari pihak-pihak yang terkait maka banyak kendala di lapangan yang dapat dirubah menjadi potensi.

Sebagai contoh, Kementerian Keuangan mengalokasikan anggaran khusus untuk revitalisasi lahan rawa, Kementerian PU membuat atau memperbaiki jalan utama (desa), jalan usaha tani yang lebar dan saluran air sekunder hingga tersier. Kementerian Pertanian melakukan pencetakan sawah, pembuatan dan perbaikan saluran irigasi kuarter, penyediaan teknologi lahan pasang surut (alsintan, saprodi, dll) dan pembinaan kelembagaan petani. Kementerian Perdagangan memberikan jaminan pasar dengan harga yang menguntungkan petani serta didukung oleh peran Perum Bulog dalam penyerapan hasil panen dan stabiliasi harga di tingkat petani.

Penyusunan kebijakan dan program oleh *stakeholders* terkait juga perlu mempertimbangkan hasil-hasil penelitian terutama dalam pengelolaan lahan rawa pasang surut. Di Provinsi Kalimantan Selatan terdapat beberapa lembaga yang melakukan penelitian pertanian di lahan rawa pasang surut dan mandat utama lingkup Kementerian Pertanian dilaksanakan oleh Badan Litbang Pertanian, yaitu Balittra dan BPTP Kalimantan Selatan.

LANGKAH LANGKAH KE DEPAN

- Meningkatkan kapasitas penyuluh melalui system latihan dan konsutasi di BPP yang diperkuat dengan keterlibatan instansi penghasil teknologi dan kebijakan terkait
- Metode kunjungan (perorangan, kelompok, gapoktan) tetap dilakukan dan dalam penyampaian inovasi pertanian diperlukan kombinasi metode agar petani lebih termotivasi terhadap inovasi pertanian yang disampaikan.
- Pengetahuan dan keterampilan disseminator terus diupdate seiring dengan berkembangnya inovasi pertanian di lahan rawa pasang surut, antara lain Peningkatan kapasitas disseminator terhadap inovasi pertanian dan metode diseminasi, antara lain melalui diklat, bimtek, workshop.

- Koordinasi disseminator tingkat provinsi, kabupaten dan kecamatan perlu terjadwal dan dibuat Medsos disseminator yang didalamnya termasuk ketua poktan yang ada di lahan rawa pasang surut di Kalimantan Selatan, sehingga pergerakan teknologi inovatif pola B (Pull Movement) bisa terjadi
- Perkuatan dan percepatan diseminasi dapat dilakukan dengan memperkuat sumberdaya disseminator, diantaranya dengan memberikan penugasan penyuluh di BPTP untuk membina wilayah tertentu (wilbin) bersama penyuluh setempat (tim)
- Kelembagaan penyuluhan tingkat kecamatan dan kelembagaan petani diperkuat agar mampu mendukung akselerasi penerapan inovasi teknologi di lahan petani.
- Metode SL (budidaya, PHT, Iklim dll) perlu dilanjutkan karena cenderung memotivasi petani untuk menerapkan inovasi teknologi di lahannya masing-masing, disamping adanya pasar dan kepastian harga jual produk.

PENUTUP

Pengembangan inovasi pertanian masih menganut pada Permentan Nomor: 273/Kpts/OT.160/4/2007 tanggal 13 April 2007 dan Nomor 82 tahun 2013. Upaya akselerasi diseminasi teknologi inovatif pertanian dihadapkan pada beberapa masalah diantaranya struktural lembaga yang berperan dalam diseminasi yang cukup panjang, terbatasnya program pendukung bagi disseminator, dan keselarasan berbagai kebijakan pada satu titik (desa/lapangan).

Pada era industri 4.0, diseminasi teknologi dapat dipercepat dengan memanfaatkan internet dan berbagai aplikasi yang dapat menjangkau sasaran yang luas. Pelaku utama usahatani di lahan pasang surut masih didominasi oleh kelompok usia tua, sedangkan pemuda tani memiliki ketertarikan yang sedikit/rendah terhadap sector pertanian. Dilihat dari diseminasi teknologi inovatif pertanian melalui media daring dengan sasaran pemuda tani, maka kecendrungan pemuda tani terhadap informasi teknologi inovatif pertanian lebih rendah dari FB, Istagram, music, film, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS Kalsel] Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. 2018. Statistisk Daerah Provinsi Kalimantan Selatan. Banjarmasin (ID): Badan Pusat Statistik Kalimantan Selatan.

Balittra. 2019. Hasil Rumusan FGD "Tata Kelola Infrastrutur Pertanian II" Banjarbaru 23 Juli 2019.

Ban, Van Den A.W., dan H.S. Hawkins. 1999. Penyuluhan Pertanian. Yogyakarta (ID): Kanisius.

Balai Pengkajiam Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan. 2018. Rekomendasi Kebijakan Pembangunan Pertanian Kalimantan Selatan (Inovasi Teknologi Balitbangtan untuk Pengembangan Pajale dan Sapi di Kalimantan Selatan). (Laporan Akhir). Banjarbaru (ID): Balai Pengkajiam Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan.

Balai Pengkajiam Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan. 2016. Analisis Kebijakan Pembangunan Pertanian Kalimantan Selatan. Laporan Akhir. Banjarbaru (ID): Balai Pengkajiam Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan.

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2012. Kajian efektifitas metode penyuluhan dalam percepatan adopsi inovasi teknologi pertanian. Laporan Akhir Pengkajian Kompetitif 2012. Bogor (ID): Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.

Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Batola. 2015. Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah (LAKIP) Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Barito Kuala Tahun 2014.

Food and Agriculture Organization. 2017. Water for sustainable food and agriculture. A report produced for the G20 Presidencu f Germany. ISBN 978-92-5-109977-3.

Hairani, A., Y, Raihana, dan Masganti. 2017. Lahan rawa pasang surut: pertanian masa depan Indonesia dalam Ageoekologi rawa. Jakarta (ID): IAARD Press. ISBN: 978-602-425-296-0

Haryono, dan A. Hendriadi. 2012. Kerangka Pikir Aplikasi System Modelling untuk Penyusunan Kebijakan Pertanian untuk Mewujudkan Swasembada Pangan. Kebijakan Pencapaian Swasembada dan Swasembada berkelanjutan Lima Komoditas Utama Pertanian melalui Pendekatan Sistem Dinamik. Edisi Pertama. Jakarta (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. .

Haryono, Agung Hendriadi, Hasil Sembiring, Astu Unadi dan Nurjaman. 2018. Kebijakan Pencapaian Swasembada Berkelanjutan Lima Komoditas Utama pertanian melalui Pendekatan Sistem Dinamik. Jakarta (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Hasbianto, A., S. Hartati, R. Golib, dan M. Yasin. 2018. Memperkuat Pertanian Rakyat Lahan Pasang Surut di Provinsi Kalimantan Selatan. Sinergi Inovasi Sumber Daya dan Kelembagaan Menuju Kesejahteraan Petani. Jakarta (ID): IAARD Press.

Hatta, M. 2014. Pengelolaan Air Berbasis Tipe Luapan Untuk Budidaya Tanaman Pangan dalam Pengelolaan Air di Lahan Rawa Pasang Surut. Jakarta (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Hermawan, A., dan Sarjana. 2018. Peran BPTP dalam Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Rakyat Berkelanjutan dalam Sinergi Inovasi Kebijakan dan Teknologi. Jakarta (ID): IAARD Press. ISBN: 978-602-344-242-3.

https://cathlinw.wordpress.com/.../tinjauan-atas-undang-undang-nomor-41-tahun-200...13 Sep 2013 diakses: Sabtu, 7 April 2018

Khairullah, I., dan A. Fahmi. 2018. Efektivitas Pola Tanam untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut. Inovasi Lahan Rawa Mendukung Ketahanan Pangan. Depok (ID): PT. Raja Grafindo Persada.

Masganti. 2013. Teknologi inovatif pengelolaan lahan suboptimal gambut dan sulfat masam untuk peningkatan produksi tanaman pangan. Pengembangan Inovasi Pertanian. 6(4):187-197.

[Pusluhtan] Pusat Penyuluhan Pertanian. 2011. Vedemecum Peraturan Turunan Undang-undang No. 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian Perikanan dan Kehutanan (SP3K). Jakarta (ID): Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. Kementerian Pertanian. Peraturan Menteri Pertanian. 2007. No.273/Kpts/OT. 160/4/2007. Pedoman Pembinaan dan Kelembagaan Petani.

PP nomor 57 tahun 2016 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut.

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 82/Permentan/OT.140/8/2013 tentang Pedoman Pembinaan Kelompoktani dan Gabungan Kelompoktani.

Rohmani, S.A., dan H. Suparno. 2018 Pertanian Digital dalam Membangun Pertanian Modern di Era Industri 4.0. Sinergi Inovasi Kebijakan dan Teknologi Menuju Kesejahteraan Petani. Jakarta (ID): IAARD Press. ISBN: 978-602-344-242-3

Subagio, H., M. Noor, W.A. Yusuf, dan I. Khairullah. 2015 Perspektif Pertanian Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan. Jakarta (ID): IAARD Press. hlm. 23-24.

Sekretariat Bakorluh Provinsi Kalimantan Selatan. 2014. Penyusunan Data Base Penyuluh PNS/CPNS dan THL-TBPP Provinsi Kalimantan Selatan. 2014. Banjarbaru (ID): Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan.

Simluhtan. Sistem Informasi Manajemen Penyuluhan Pertanian. https://app2.pertanian.go.id/simluh2014/. diakses, 26 Agustus 2019.

Subagio, H., M. Noor, W.A. Yusuf, dan I. Khairullah. 2015 Perspektif Pertanian Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan. Jakarta (ID): IAARD Press. hlm. 23-24.

Susilowati, S.H., dan M. Maulana. 2012. Luas lahan usahatani dan kesejahteraan petani: Eksistensi Petani Gurem dan Urgensi Kebijakan Reforma Agraria. Jurnal Análisis Kebijakan Pertanian. 10(1): 17-30.

Umar, S., T. Alihamsyah, dan A. Suprapto. 2017. Dampak Penggunaan Alsintan Terhadap Pengelolaan Lahan dan Sosial Ekonomi Petani di Lahan Pasang Surut. Agro Ekologi Rawa. Jakarta (ID): IAARD Press.

Model Platform Inovasi Multi Mitra untuk Komoditas Padi pada Kawasan Rawa Pasang Surut Bunga Raya, Provinsi Riau

Nana Sutrisna, Dahono, dan Parlin H. Sinaga

Laju pertumbuhan penduduk Provonsi Riau sebesar 2,57% (Riausky, 2017) dan rata-rata konsumsi beras 114,6 kg/orang membutuhkan bahan pangan khususnya beras sebesar 763.063 t/tahun (BPS Provinsi Riau, 2017). Sementara itu, Provinsi Riau baru mampu menghasilkan beras sebesar 234.357 ton/tahun atau setara 468.714 ton gabah/tahun, sehingga masih defisit beras sebanyak 528.706 ton (69,28%). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut pemerintah daerah Provinsi Riau terpaksa harus mendatangkan beras dari provinsi lain, yaitu Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Lampung, dan bahkan dari pulau jawa (Jabar, Jawa Tengah, dan Jawa Timur).

Disisi lain, alih fungsi lahan sawah menjadi lahan perkebunan kelapa sawit sulit dikendalikan. Data menunjukkan alih fungsi lahan selama lima tahun sebesar 25,95% dari luasan 145.242 ha pada tahun 2011 menjadi 107.546 ha pada tahun 2015 atau rata-rata sebesar 5,19% per tahun (Erwandari, 2017). Data lain menunjukkan bahwa alih fungsi lahan sawah pada tahun 2017 sebesar 2.288,6 ha dari 95.413,2 ha pada tahun 2016 menjadi 93.124,6 pada tahun 2017 atau sebesar 2,4% (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Provinsi Riau, 2018).

Kondisi di atas merupakan tantangan yang harus dihadapi Provinsi Riau dalam memenuhi kebutuhan pangan khususnya beras bagi masyarakat. Jika produksi padi tidak ditingkatkan pemerintah Provinsi Riau akan semakin sulit memenuhi kebutuhan konsumsi beras di masa yang akan datang. Ketergantungan beras dari luar provinsi sangat beresiko. Oleh karena itu,

Gubernur Provinsi Riau dalam penyampaian Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) disampaikan bahwa Provinsi Riau harus mampu menyediakan beras minimal sebesar 64% pada tahun 2024.

Provinsi Riau sesungguhnya memiliki lahan pertanian yang cukup luas untuk pengembangan padi, yaitu pada agroekosistem lahan basah berupa lahan rawa pasang surut. Menurut BPS Provinsi Riau (2017), luas lahan rawa pasang surut yang sesuai untuk pertanian tanaman pangan sekitar 9.300 ha. Lahan tersebut tersebar di beberapa kabupaten, antara lain: Bengkalis, Meranti, Indragiri Hilir, Pelalawan, dan Siak. Lahan rawa pasang surut tersebut hingga saat ini merupakan sentra produksi padi di masing-masing kabupaten, termasuk di kecamatan Bunga Raya Kabupaten Siak.

Program Upaya Khusus (UPSUS) dari pemerintah pusat dan bantuan dari pemerintah daerah (APBD provinsi dan kabupaten) dengan memberikan bantuan benih, pupuk, perbaikan infrastruktur (jaringan irigasi, pembuatan longstorage, jalan usahatani, dll.), dan bantuan alsintan (pompa air, traktor, transplanter, *power thresher*, dan *combine harvester*). Demikian juga dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah melakukan berbagai upaya memperbaiki jaringan irigasi, membuat embung, *long storage*, dll. Program tersebut telah berhasil meningkatkan produktivitas dan produksi padi di kecamatan Bunga Raya, kabupaten Siak. Produktivitas padi meningkat sekitar 4,94%, yaitu dari 3.925 t ha^{-1} menjadi 4.119 t ha^{-1} gabah kering giling (GKG) (Dinas Pertanian Kabupaten Siak, 2018). Produktivitas tersebut pada dasarnya masih bisa ditingkatkan. Hasil pengkajian yang dilaksanakan oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau menunjukkan bahwa penerapan teknologi Jarwo Super dapat meningkatkan produktivitas padi varietas Inpari 42 menjadi 7,48 t ha^{-1} Gabah Kering Panen (GKP) atau 5,98 t ha^{-1} GKG (BPTP Riau, 2018).

Pengembangan kawasan padi rawa pasang surut di Bunga Raya juga semakin intensif karena hasilnya menguntungkan. Hasil yang lebih menguntungkan mengakibatkan ada beberapa petani yang mengalihfungsikan kebun kelapa sawit menjadi lahan sawah.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya bisa menjadi andalan Pemeritah Kabupaten Siak dan Provinsi Riau sebagai lumbung padi dan berpotensi menjadi sumber utama pendapatan petani. Disisi lain, teknologi inovatif hasil penelitian dan pengkajian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan)/Balai

Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) belum sepenuhnya diterapkan petani. Oleh karena itu perlu model/program rencana kerja untuk mempercepat diseminasi teknologi, salah satunya antara lain model platform inovasi multi mitra yang akan dibahas dan diuraikan pada makalah ini.

Ruang lingkup masalah difokuskan pada:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem usahatani padi di kawasan rawa pasang surut Bunga Raya, kabupaten Siak, provinsi Riau (aspek teknis, sosial ekonomi, dan kelembagaan).
2. Teknologi inovatif budidaya padi apa saja yang sudah tersedia dan bagaimana penerapannya sehingga bisa meningkatkan produktivitas padi dan pendapatan petani di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya.
3. Model platform inovasi multi mitra yang bagaimana agar teknologi inovatif yang tersedia dapat diterapkan oleh petani dengan dukungan kelembagaan yang tersedia di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya.
4. Apakah dengan menerapkan model platform inovasi multi mitra dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani, sehingga kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya bisa menjadi lumbung padi di Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

KARAKTERISTIK LAHAN

Lahan rawa pasang surut di Provinsi Riau yang merupakan sentra produksi padi salah satunya berada di Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak. Secara umum lahan tersebut dicirikan oleh rezim air yang utamanya adalah pengaruh pasang dan surut air dari sungai/laut.

Menurut Widjaja-Adhi et al. (1992), berdasarkan kondisi tinggi rendahnya pasang atau luapan air (hidrotopografi), maka daerah rawa pasang surut di Provinsi Riau dibagi menjadi 4 (empat) tipe luapan, yaitu tipe A, B, C dan D. Tipe A, yaitu daerah yang mendapatkan luapan pada saat pasang besar dan pasang kecil. Wilayah tipe A ini meliputi pantai sampai pesisir, dan tepian sungai. Tipe B, yaitu daerah yang hanya mendapatkan luapan pada saat pasang besar. Wilayah tipe B inimeliputi rawa belakang (*back swamps*) dari pinggiran sungai sampai mencapai > 50 km ke pedalaman. Tipe C, yaitu daerah yang tidak mendapatkan luapan pasang langsung, tetapi mendapatkan

pengaruh resapan pasang dengan tinggi muka air tanah < 50 cm. Sedangkan tipe D sama serupa dengan tipe C, tetapi pengaruh resapan kurang dengan tinggi muka air tanah lebih dalam > 50 cm. Wilayah tipe D ini sering disamakan dengan lahan sawah tadah hujan.

Tipe luapan air lahan rawa pasang surut di kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak sebagian besar tipe Luapan B, namun ada beberapa lokasi yang memiliki tipe luapan A dan C. Selain tinggi rendahnya pasang atau luapan air, karakteristik lahan rawa pasang surut Bunga Raya dicirikan oleh kualitas air. Kualitas air di lahan rawa pasang surut Bunga Raya pada musim hujan relatif lebih baik daripada musim kemarau. Pada musim kemarau sifat fisik air keruh dan hitam atau berwarna air teh. Hal ini menunjukkan kandungan humat dan fulfat yang tinggi berasal dari areal lahan gambut.

Berdasarkan jenis tanah dan potensinya, lahan rawa pasang surut di Bunga Raya tergolong tanah mineral dan tanah bergambut. Menurut Subagjo (2006), tanah gambut di Bunga Raya terbentuk oleh adanya proses geogenik berupa akumulasi (sisa-sisa tanaman baik yang sudah mati baik terdekomposisi (matang) maupun belum terdekomposisi (mentah). Dua jenis tanah ini mempunyai sifat dan watak baik fisik, kimia, maupun biologi yang berbeda sehingga mempunyai potensi yang berbeda. Sifat sifat tanah yang berbeda tersebut diantaranya adalah kadar bahan organik, kadar air, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan ketersediaan hara bagi tanaman (Noor, 2007).

SISTEM USAHATANI PADI

Luas lahan rawa pasang surut di Bunga Raya diperkirakan sekitar 2.200 ha (Dinas Pertanian Kabupaten Siak, 2017). Sejak tahun 2010 luas lahan rawa pasang surut di Bunga Raya relatif stabil bahkan bertambah karena ada lahan kebun sawit yang dialih fungsikan menjadi sawah.

Kegiatan usahatani padi di kawasan rawa pasang surut Bunga Raya, sudah dua kali dalam satu tahun atau Indeks Pertanaman (IP) 2,0 dan berpotensi IP-nya ditingkatkan menjadi 3,0. Saat survei baru sekitar 45% petani yang IP-nya sudah mencapai 3,0. Pola tanam yang IP-nya 2,0 adalah padi-padi-bera, sedangkan yang IP-nya 3,0 adalah padi-padi-palawija (jagung)/sayuran (semangka, cabai, dll.).

Hasil survei menunjukkan petani di Bunga Raya sudah menggunakan varietas unggul, namun sangat panatik artinya kalau sudah merasa cocok dengan salah satu varietas sulit tergantikan dengan varietas lain, contohnya

adalah Varietas Logawa (dilepas tahun 2003). Varietas tersebut sudah bertahan sekitar 14 tahun sejak dikenalkan pada tahun 2005. Alasan petani bertahan dengan varietas tersebut karena rasa nasinya pera cocok dengan selera konsumen di Provinsi Riau, tahan terhadap hama wereng, dan potensi hasilnya sekitar 8,2 t ha^{-1}. Namun demikian penggunaan varietas yang sama terus menerus beresiko terhadap ledakan hama dan pada musim kemarau (MK) 2019 sudah mulai ada gejala gangguan hama wereng.

Teknologi budidaya lainnya seperti pemupukan masih bersifat paket, yaitu per hektar Urea 200 kg dan NPK Phonska 150 kg. Padahal takaran pupuk sangat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah dan jenis/varietas padi yang digunakan. Dengan demikian, pada tanah yang lebih subur takaran dosisnya harus dikurangi. Demikian juga beberapa varietas Inpari tidak tahan rebah jika di pupuk Urea dengan takaran 200 kg/ha. Kasus pada varietas Inpari 42 mengalami rebah menjelang pengsian malai maksimum. Sesungguhnya ada teknologi Bagan Warna Daun (BWD) untuk mengatur besaran takaran pupuk Urea agar sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Petani belum banyak yang menggunakan bahan amelioran dan pupuk hayati padahal tanah pasang surut mengandung pirit/zat besi (Fe) yang bisa meracuni tanam. Namun karena jarngan tata airnya sangat baik, sehingga bisa diatur kapan saatnya harus digenang dan kapan saatnya harus dibuang untuk pencucian. Petani juga belum menggunakan pupuk hayati karena keterbatasan pengetahuan akan peran dan fungsinya di dalam tanah serta pengaruhnya terhadap tanaman padi.

Sebagian besar petani sudah menerapkan teknologi pengendalian hama secara terpadu. Pengaturan waktu tanam sehingga bisa serempak panen merupakan salah satu solusi mengatasi gangguan hama penggerek batang dan hama burung.

Petani sudah menggunakan alat mesin pertanian, baik untuk pengolahan tanah, tanam, dan panen. Alat yang digunakan berasal dari penyewa jasa alsintan yang dikelola oleh Unit Pengelola Jasa Alsintan (UPJA), Kelompok Tani, Gabungan Kelompok Tani, dan perorangan/swasta.

Produktivitas padi rata-rata di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya pada tahun 2018 rata-rata sudah mencapai 5,2 t ha^{-1} GKP (Dinas Pertanian Kabupaten Siak, 2018). Produktivitas tersebut sesungguhnya masih bisa

ditingkatkan yang ditunjukkan dengan hasil demplot Jarwo Super yang dilaksanakan di Bunga Raya pada tahun 2018, varietas Inpari 42 bisa mencapai 7,4 t ha^{-1} GKP atau 5,92 t ha^{-1} GKG. Hasil gabah yang diperoleh rata-rata sekitar 70% dijual untuk memenuhi kebutuhan ekonomi keluarga.

Hasil analisis usahatani, petani bisa memperoleh pendapatan sekitar Rp. 8.704.700,- s.d. 9.792.800,- ha^{-1} (Sujeri et al., 2015). Selain produktivitasnya sudah tinggi, harga gabah di Bunga Raya tinggi dan setabil. Pada tahun 2018 harga gabah terendah Rp. 4.400,- kg^{-1} dan tertinggi bisa mencapai Rp. 5.200,- kg^{-1}. Tinggi dan stabilnya harga gabah tersebut karena sistem pasar yang terbuka, banyak pedagang yang datang terutama dari Medan dan Sumatera Barat, sehingga harga bersaing.

KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN KELEMBAGAAN MITRA PETANI

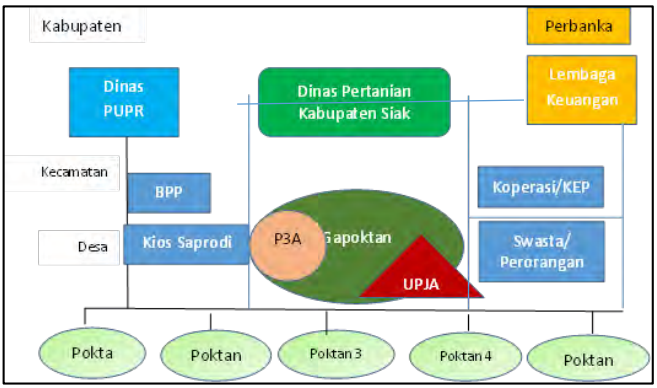
Hasil survei menunjukkan bahwa petani di kawasan padi rawa pasang surut Kecamatan Bunga Raya sebagian besar merupakan generasi ke-2 dari petani transmigran tahun 1980 yang berasal dari Jabar, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Meskipun berasal dari daerah yang berbeda namun karena sudah beradaptasi dan merasa senasib sehingga hidupnya rukun dan penuh kekeluargaan.

Petani di Bunga Raya relatif lebih maju, lebih kreatif, dan responsif terhadap inovasi. Banyak petani Bunga Raya yang ekspansi mengembangkan sawah ke kecamatan dan bahkan kabupaten lain. Tingkat pendidikan petani mimimal tamat Sekolah Lanjutan Pertama (SLP), rata-rata Sekolah Lanjutan Atas (SLA). Ada beberapa petani Bunga Raya yang pendidikannya sarjana dan banyak juga generasi ke-2 petani Bunga Raya yang sukses sebagai pengusaha, pegawai (PNS/Swasta), anggota Dewan, dan pejabat Pemerintah Daerah (Monografi Kecamatan Bunga Raya, 2018).

Kepemilikan lahan masing-masing petani minimal 0,5 ha dan tidak sedikit juga yang masih memiliki lebih dari 2,0 ha namun rata-rata sekitar 1,0 ha. Petani yang luas kepemilikannya, rata-rata memiliki kegiatan atau usaha lain selain usahatani padi, antara lain pedagang, pemilik jasa alsintan, pemilik penggilingan padi/Rice Milling Unit (RMU). Petani yang luas kepemilikannya 0,5 ha sebagian besar merupakan warisan dari orang tuanya.

Taraf ekonomi petani dapat dikatagorikan mampu yang dicirikan dengan bangunan rumah sudah permanen, memiliki kendaraan roda 2, televisi, dll. Petani juga rata-rata mempu menyekolahkan anaknya minimal tingkat SLP bahkan hingga perguruan tinggi. Minimal sekali setiap bulan petani jalan-jalan ke kota Kabupaten Siak untuk berbelanja atau rekreasi.

Kelembagaan petani di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya sudah terbentuk dan merupakan mitra utama dalam kegiatan usahataninya, antara lain kelompok tani (Poktan), gabungan kelompok tani (Gapoktan), Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), Unit Pengelola Jasa Alsintan (UPJA), Kios Saprodi, Kooperasi, Lembaga Keuangan, Perbankan, dll. seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kelembagaan Usahatani Eksisting di Kecamatan Bunga Raya (Sumber: Hasil Idenitikasi)

Kelembagaan tersebut di atas tidak semuanya aktif menjadi mitra petani dalam kegiatan usahatani. Sebagai contoh Koperasi atau yang sekarang baru dibentuk Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP), tidak ada peannya dalam kegiatan usahatani padi. Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), juga menjadi tidak berperan setelah ada peraturan baru pada tahun 2016. Pengelolaan jaringan irigasi dari mulai primer sampai tertier di kelola olah Dinas PUPR dan pengoperasian pintu air dan jadwal pembagian air dikelola pleh juru yang ditugaskan Dinas PUPR. P3A bekerja untuk mendukung diluar tupoksinya, seperti membangun jalan usahatani, dll.

Kelembagaan yang aktif merupakan mitra petani dalam melaksanakan kegiatan usahatani padi Poktan, Gapoktan, UPJA, Kios saprodi, lembaga keuangan swasta dan perorangan, BRI, Dina PUPR, dan Dinas Pertanian. Mitra tersebut berkolaborasi untuk mencapai target peningkatan produktivitas, produksi, pendapatan, dan kesejahteraan petani.

Kolaborasi mitra petani tersebut dari sisi permodalan untuk kegiatan usahatani padi selama ini tidak mengalami kesulitan, karena banyak pengusaha baik swasta (pemilik RMU) maupun perorangan yang memberikan bantuan modal berupa sarana produksi dan jasa pengolahan tanah serta panen, kemudian di bayar setelah panen. Kelemahannya gabah harus dijual melalu pengusaha yang memberi bantuan modal dan suku bunga tinggi > 4% per bulan, sehingga memberatkan petani. Kelebihannya tidak melalui prosedur yang rumut sehngga petani cepat memperolehnya. Namun demikian, saat ini sudah banyak petani yang meminjam modal melalui perbankan, yaitu Bank Rakyat Indonesia (BRI) melalui fasilitas Kredit Usaha Rakyat (KUR) dengan suku bunga pinjaman 0,6% per bulan dibayar setelah panen (jangka waktu 4 bulan). Kelemahannya kuota terbatas sehingga petani harus berkompetisi.

Kolaborasi mitra petani lainnya yang juga berjalan dengan baik adalah penyediaan jasa alsintan dari mulai pengolahan tanah sampai panen. Petani dapat menggunakan jasa alsintan baik yang dikelola perorangan, Poktan, Gapoktan, maupun UPJA. Jumlah alsintan yang tersedia sudah cukup memadai. Keberadaan ini juga yang bisa mengkondisikan petani bisa panen serempak. Jumlah alsintan di Kecamatan Bunga Raya secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Alat Mesin Pertanian yang Tersedia di Kecamatan Bunga Raya

No	Jenis alat	Jumlah (unit)	
		Bantuan	Pribadi
1.	Traktor Roda 4	11	3
2.	Traktor Roda 2	143	25
3.	Traktor Roda 2 Rotary	1	
4.	Pompa air 4 inch	75	4
5.	Pompa air 6 inch	4	
6.	Pompa air 3 inch	18	
7.	Pompa air 3 inch Portable	12	6
8.	Alat tanam padi (Jarwo Transplanter)	80	4
9.	Cultivator	10	
10.	Hand Sprayer CBA/Yoto	10	
11.	Alat Panen Padi (*Combine Harvester*)	10	4
12	Power Thresher	16	

Sumber data: Dinas Pertanian Kabupaten Siak (2018).

Dinamika kelembagaan mitra petani Poktan dan Gapoktan beragam, ada yang sudah tergolong maju, ada juga yang tertinggal tergantung pengurus kelompoknya. Jumlah Poktan di Kecamatan Bunga Raya sebanyak 90 dengan jumlah anggota setiap Poktan sekitar 21 s.d. 48 petani. Sementara itu jumlah Gapoktan ada 10 sesuai dengan jumlah desanya dan setiap Gapoktan terdiri atas 8-11 Poktan (BPP Bunga Raya, 2019).

Infrastruktur pertanian di Bunga Raya sudah memadai. Jalan usahatani sudah bagus (semensisasi dan aspal), jaringan irigasi/drainase dilengkapi pintu air sudah dibangun dan terawat dengan baik, dan pemasaran hasil juga sudah berjalan dengan baik.

Meskipun kondisi sosial ekonomi, inpra struktur, dan kelembagaan mitra petani sebagan besar sangat menunjang kegiatan usahatani padi, namun tingkat adopsi teknologi usahatani padi terutama penggunaan varietas unggul baru (VUB), teknologi pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan ketersediaan hara dalam tanah, penggunaan bahan amelioran, dan penggunaan pupuk hanyati masih tergolong rendah. Komponen teknologi sangat besar kontribusinya terhadap produktivitas padi di lahan rawa pasang surut. Dengan demikian, hal tersebut menjadi sangat penting disaat pemerintah sedang berusaha memacu peningkatan produksi padi.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan agar teknologi inovatif yang tersedia diadopsi oleh petani adalah dengan meningkatkan kolaborasi kelembagaan mitra petani melalui pembinaan dan menyusun program kerja (platform) inovasi multi mitra yang jelas. Diharapkan dengan model platform yang jelas alur dan arus diseminasi teknologi bisa diperdesar kepada petani, sehingga kawasan padi rawa pasang surut di Bunga Raya dapat dikelola menjadi lumbung padi dan mensejahterakan petani di Kabupaten Siak Provinsi Riau.

TEKNOLOGI INOVATIF BUDIDAYA PADI

Sudah banyak teknologi inovatif budidaya padi yang dihasilkan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian termasuk Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau di lahan rawa pasang surut antara lain: (1) Penggunaan varietas unggul baru (VUB), (2) Penggunaan bahan amelioran (pembenah tanah), (3) pemupukan sesuai kebutuhan tanaman dan status hara, (4) penggunaan pupuk hayati, dan (5) pengendalian OPT secara terpadu, dan (6) pengelolaan air.

Ke enam teknologi tersebut sangat penting karena akan menentukan produktivitas dan luas panen. Apabila bisa menngkatkan produktivitas dan luas panen maka produksi yang dicapai akan meningkat. Kondisi di lapangan teknologi tersebut belum sepenuhnya diadopsi oleh petani.

Varietas Unggul Padi

Varietas unggul padi yang direkomendasikan di lahan rawa pasang surut Provinsi Riau, antara lain: Inpara 1 s.d. 9, Inpara Pelelawan, Bono Pelelawan, dan Mendol Pelelawan. Deskripsi varietas disajikan pada Tabel 2.

Selain varietas unggul spesifik lahan rawa ada beberapa VUB padi sawah irigasi yang cocok dikembangkan di lahan rawa pasang surut karena memiliki kekhasan, antara lain: Inpari 29 dan 30 (tahan rendaman/banjir), Inpari 34 dan 34 (torelan terhadap salin, Inpari 42 (tahan rebah).

Tabel 2. Varietas Padi yang Direkomendasikan di Lahan Rawa Pasang Surut Riau

Varietas	Potensi Hasil	Rata-rata Hasil	Tekstur Nasi
Inpara 1	6,4	5,6	pera
Inpara 2	6,1	5,4	pulen
Inpara 3	5,6	4,6	pera
Inpara 4	7,6	4,7	pera
Inpara 5	7,2	4,5	sedang
Inpara 6	4,7	6,0	sedang
Inpara 7	5,1	4,5	pulen
Inpara 8	6,0	4,7	pera
Inpara 9	5,6	4,2	pera
Inpara Pelelawan	8,2	7,0	pera
Bono Pelelawan	7,9	6,5	sedang
Mendol Pelelawan	7,3	6,0	sedang

Sumber: BPTP Riau (2017).

Banyak tersedia juga varietas lokal lahan rawa pasang surut dan dapat digunkan sebagai sumber genetik untuk perakitan varietas unggul baru baik dari segi morfologi (misalnya anakan banyak, batang kuat), agronomi (pelepah daun agak berjarak), kualitas hasil (bentuk gabah ramping, kualitas beras puti kekuningan, dan rasa nasi pera), toleran cekaman lingkungan (tahan keracunan besi, salinitas, kekeringan, kadar Fe dan Zn beras yang tinggi, dan tahan blas, wereng coklat). Varietas-varietas lokal tersebut sebagian besar sudah didaftarkan sebagai varietas.

Penggunaan Bahan Amelioran

Pemberian bahan ameliorasi atau pembenah tanah dan pupuk merupakan faktor penting dalam memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produktivitas padi lahan rawa pasang surut. Bahan pembenah tanah dapat berupa kapur, dolomit, dan bahan organik atau abu sekam dan serbuk kayu gergajian atau limbah pertanian lainnya. Hasil penelitian Balittra (2011) menunjukkan bahwa pemberian kapur 1-2 t ha^{-1} mampu meningkatkan hasil padi, kedelai, jagung, dan kacang tanah. Ketepatan takaran bahan ameliorasi selain ditentukan oleh kondisi lahan, terutama pH tanah dan kandungan zat beracun, juga bergantung pada komoditas yang ditanam. Secara umum, pemberian kapur 0,5-3,0 t ha^{-1} pada lahan pasang surut sudah memadai.

Pemberian bahan amelioran berupa kapur dan bahan organik teutama pada tanah sulfat masam merupakan cara yang paling efektif dalam meningkatkan pH dan mengurangi pengaruh buruk Al dan Fe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan takaran kapur 5 t ha^{-1} atau setara dengan 1 Aldd, dapat meningkatkan pH tanah dari 4,0 menjadi 5,5 dan pengaruh residunya telihat sampai lima musim tanam. Pemberian kapur juga dapat berfungsi sebagai pemasok hara kalsium pada lahan masam seperti lahan potensial dan sulfat masam (Noor, 2004). Pemberian bahan amelioran lainnya seperti bahan organik dan abu dapat meningkatkan daya sangga tanah dan memperbaiki sruktur tanah. Sumber bahan organik di lahan rawa pasang surut dapat menggunakan tanah gambut dan serasah.

Pemberian abu dapat meningkatkan kandungan K dan basa-basa lainnya (Noor dan Heyde, 2007). Abu sekam seringkali digunakan petani lahan pasang surut sebagai pupuk, terutama pada saat tanaman padi fase vegetatif (Thamrin et al., 2015). Abu sekam berperan sebagai unsur hara bagi tanaman karena mengandung silikat yang cukup tinggi. Silikat dapat memperbaiki daya tumbuh, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, memperlancar penyerapan hara, dan membantu penghematan pemakaian air oleh tanaman (Sacala, 2009).

Pemupukan Berdasarkan Status Hara dan Kebutuhan Tanaman

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan rawa pasang surut adalah pemberian pupuk yang disesuaikan ketersediaan hara di tanah dan varietas yang ditanam (kebutuhan tanaman). Hasil penelitian pengelolaan hara dan pemupukan oleh Balittra, tanaman padi

memerlukan pupuk N, P, dan K. Untuk padi lokal saja yang tida tanggap terhadap pemupukan, ternyata pemberian pupuk 60 kg N +60 kg $P2O_5$ + 50 kg K2O ha^{-1} dapat meningkatkan hasil 42-77% (Balitra, 2011).

Keseimbangan hara N, P, K, dan Ca sangat penting dalam pengelolaan hara dan pemupukan, khususnya di pasang surut. Menurut Noor (2004), untuk memperoleh hasil optimal, unsur hara harus diberikan secara lengkap (N, P, K) dan Ca. Pemberian hara secara lengkap dapat meningkatkan hasil padi dari 0,64 t ha^{-1} menjadi 4,24 t ha^{-1}. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan keragaman takaran pupuk antar tipologi lahan maupun tanaman (Tabel 3).

Tabel 3. Rekomendasi Pemupukan Padi di Lahan Rawa Pasang Surut

No	Tipologi Lahan	Pupuk N	Pupuk P	Pupuk K	Ca/Kapur
		Kg/ha			
1.	Potensial	125	50	50	1.500-2.000
2.	Sulfat Masam	125	75	50	2.500-3.000
3.	Bergambut	100	75	50	2.500-3.000
4.	Gambut dangkal	100	75	50	2.500-3.000
5.	Lahan salin	125	50	50	1.000-1.500

Sumber: Balitra (2011).

Untuk efisiensi penggunaan pupuk Urea tersedia teknologi penggunaan Bagan Warna Daun (BWD). Penggunaannya sangat praktis dan mudah dilakukan petani karena untuk menentukan takaran pupuk yang diperlukan hanya dengan pembacaan skala warna yang tersedia pada BWD.

Penggunaan Pupuk Hayati

Pemakaian pupuk anorganik terus menrus dan berlebihan serta tanpa mengembalikan sisa tanaman dan bahan organik ke dalam tanah, dapat menurunkan kualitas tanah sehingga produktivitas padi akan semakin menurun. Oleh karena itu perlu usaha dan strategi yang tepat untuk memperbaiki kualitas tanah, sekaligus menjaga kesuburan dan kesehatan tanah yaitu dengan pemanfaatan pupuk hayati (Supriyo at al., 2014).

Pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah. Pemanfaatan pupuk hayati tersebut diharapkan tanaman tumbuh lebih sehat, bebas hama penyakit, kebutuhan hara terpenuhi, daya hasil lebih tinggi,

berkelanjutan, dan dapat mereduksi pupuk anorganik. Menurut Moelyohadi et al. (2012), pupuk hayati berupa inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman Pupuk hayati berguna untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah (Bhardwaj et al., 2014)

Salah satu teknologi inovatif pupuk hayati hasi Balitbangtan adalah Agrimeth. Pupuk hayati Agrimeth memiliki aktivitas enzimatik dan fitohormon yang berpengaruh positif terhadap pengambilan hara makro dan mikro tanah, memacu pertumbuhan, pembungaan, pemasakan biji, pematahan dormansi, meningkatkan vigor dan viabilitas benih, efisiensi penggunaan pupuk NPK anorganik dan produktivitas tanaman. Beberapa manfaat pupuk hayati Agrimeth seperti menghemat biaya produksi, meningkatkan produktivitas tanaman sebesar 20 – 50%, memperbaiki dan meningkatkan pertumbuhan akar, batang, daun, bunga dan buah. Pupuk ini juga dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan mikroba pathogen, menjamin kesuburan tanah pertanian tetap terjaga, aman digunakan dan bersahabat dengan lingkungan. Aplikasi Agrimeth pada tanaman padi dilakukan sebelum jam 08.00 pagi atau sore hari pukul 15.00-17.00 dan saat tidak hujan. Pupuk ini hanya diaplikasikan sekali, yakni pada saat benih akan disemai dengan cara perlakuan benih (*seed treatment*).

Pengendalian OPT

Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) utama di lahan rawa pasang surut termasuk di Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak adalah (1) gulma, (2) hama tikus, dan (3) hama penggerek batang.

Gulma dikenal sebagai organisme pengganggu tanaman dan dapat dikendalikan baik secara mekanis menggunakan alat mesin pertanian maupun menggunakan herbisida. Namun demikian, ada beberapa jenis gulma bermanfaat karena merupakan tempat berlindung serangga inang dan tempat bertelur bagi parasitoid dan predator (Laba dan Kartohardjono, 1998). Hal yang sama juga dikemukakan oleh Karindah et al. (2011), selain sebagai tempat berlindung dan sumber pakan tambahan, tumbuhan liar juga seringkali dipilih sebagai tempat bertelur oleh serangga. Spesies gulma tertentu dapat mendukung upaya pelestarian musuh alami.

Hama Tikus biasanya menyerang tanaman pada fase generatif atau pengisian biji. Tanaman yang terserang batangnya akan patah dan pada fase generatif selain batangnya patah tikus juga akan memakan bulir-bulir padi. Pengendalian dapat dilakukan dengan sanitasi lingkungan pertanaman padi dan melakukan pengendalian menggunakan umpan racun tikus (rodentisida).

Penggerek batang padi merupakan hama yang pengendaliannya cukup sulit jika dilakukan secara kimiawi karena hamanya berada di dalam jaringan tanaman. Untuk itu, pengendalian dapat dilakukan secara biologi, yaitu dengan menggunakan musuh alami. Musuh alami penggerek batang dapat hidup dengan baik pada gulma purun tikus. Hasil penelitian Thamrin et al. (2015) menunjukkan bahwa intensitas kerusakan tanaman padi yang disebabkan oleh penggerek batang di area yang berdekatan dengan gulma purun tikus hanya berkisar 0,1-0,5%, sedangkan di daerah yang berjauhan dengan gulma mencapai 25-55%. Oleh karena itu pengelolaan hama penggerek batang padi juga dapat memanfaatkan tumbuhan tersebut. Dalam hal ini tumbuhan purun tikus harus disisakan di sekitar pertanaman padi agar hama penggerek batang tertarik meletakkan telur pada tumbuhan tersebut, begitu juga serangga musuh alami.

Pengendalian hama penggerek batang juga dapat dilakukan dengan pemberian abu. Berbagai jenis abu memiliki kandungan silikat (Si) tinggi. Menurut Makarim et al. (2007), pemberian Si pada tanaman padi menjadikan batang tanaman lebih kuat dan kekar sehingga lebih tahan terhadap serangan penggerek batang, wereng coklat, dan tanaman tidak mudah rebah. Selain itu, tanaman cukup Si memiliki daun yang terlapisi silikat dengan baik, lebih tahan terhadap serangan berbagai penyakit yang diakibatkan oleh fungi maupun bakteri, seperti blas dan hawar daun bakteri. Larva yang memakan tanaman yang mengandung SiO_2 kadar tinggi mengakibatkan mulutnya aus, sehingga tanaman terhindar dari serangan. Jumlah larva yang menggerek batang padi berkadar Si rendah lebih banyak dibandingkan dengan yang berkadar Si tinggi (Ma dan Takahashi, 2002).

Pengelolaan Air

Pengelolaan air merupakan kunci keberhasilan usahatani padi di lahan rawa pasang surut Bunga Raya. Tujuan utama pengelolaan air adalah menjaga lahan rawa pasang surut selalu basah atau lembab agar tidak terjadi kerusakan tanah. Menurut Noor (2014) pengelolaan air di lahan rawa pasang surut

mempunyai dua tujuan, yaitu (1) menyediakan air yang cukup bagi tanaman dan (2) menjaga kelestarian sumber daya lahan agar terhindar dari kerusakan akibat drainase atau pengeringan.

Di lahan rawa pasang surut Bunga Raya, telah dibuat saluran tertier dan saluran cacing yang dilengkapi dengan pintu air. Pintu air mempunyai peran penting dalam pengelolaan air untuk menjaga menjaga muka air tanah tetap dangkal (< 70 cm) sehingga tanah tetap basah dan kebutuhan air bagi tanaman dapat terpenuhi. Pembuatan saluran tertier dan cacing juga penting, selain mengeringkan lapisan permukaan tanah juga berdampak terhadap peningkatkan emisi GRK seperti CO2. Di lahan sawa Bunga Raya petani telah membuat saluran atau parit cacing dengan kedalaman 10-50 cm. Saluran tersebut relatif dangkal karena saluran yang lebih dalam berisiko terjadi pengeringan pada lapisan atas tanah atau bahan organik. Lahan rawa pasang surut, khususnya lahan gambut yang terbuka, mudah teroksidasi dan cepat mengalami perombakan sehingga mudah pula amblas dan menipis.

Menurut Balittra (2011), pengelolaan air pada lahan rawa pasang surut tipe A dan B dapat diarahkan dengan menggunakan sistem tata air satu arah dan tabat konservasi (SISTAK). Pada lahan gambut, pencegahan kekeringan sangat penting sebagai langkah perbaikan sistem tata air satu arah. Pemasangan tabat (dam overflow) pada muara-muara saluran dapat meningkatkan dan mempertahankan tinggi permukaan air tanah dan cadangan air pada lahan di sekitarnya. Hanya saja tabat memerlukan konstruksi khusus dengan bahan timbunan dari tanah mineral karena tanah gambut bersifat sangat porous. Di sisi lain, pembuatan tabat dapat mengurangi akses masyarakat sehingga perlu didorong pembuatan jalan darat untuk akses masyarakat ke lahan budidayanya.

Pengelolaan air di Bunga Raya memegang peranan penting dalam meningkatkan intensitas pertanaman padi dari IP 200 menjadi IP 300. Menurut Panggabean dan Wijaya (2015), pengelolaan air selain dapat meningkatkan IP juga memberikan peluang bagi penerapan minapadi (ikan), intergrasi ternak (itik), dan sayuran serta perbaikan kualitas lahan, termasuk penurunan emisi GRK.

MODEL PLATFORM INOVASI MULTI MITRA UNTUK KOMDITAS PADI

Agar bisa lebih cepat memahami pembahasan pada bab ini, perlu dijelaskan terlebih dahulu pengertian inovasi, platform, dan platform inovasi.

Pengertian Inovasi

Inovasi merupakan setiap ide atau pun gagasan baru yang belum pernah ada atau pun diterbitkan sebelumnya. Sebuah inovasi biasanya berisi terobosan-terobosan baru mengenai sebuah hal yang diteliti oleh inovator (orang yang membuat inovasi). Inovasi biasanya sengaja dibuat oleh inovator melalui berbagai tahapan penelitian yang terencana.

Terdapat beberapa pengertian inovasi menurut pada ahli, antara lain: Menurut Urabe et al. (1988) dalam Iskandar (2008), inovasi merupakan setiap kegiatan yang tidak bisa dihasilkan dengan satu kali pukul, melainkan suatu proses yang panjang dan kumulatif, meliputi banyak proses pengambilan keputusan, mulai dari penemuan gagasan hingga ke implementasian nya di pasar. Menurut Van deVen (2007), pengertian inovasi adalah pengembangan dan implementasi gagasan-gagasan baru oleh orang dalam jangka waktu tertentu yang dilakukan dengan berbagai aktivitas transaksi di dalam tatanan organisasi tertentu. Menurut Rogers (1995), inovasi merupakan sebuah ide, gagasan, ojek, dan praktik yang dilandasi dan diterima sebagai suatu hal yang baru oleh seseorang atau pun kelompok tertentu untuk diaplikasikan atau pun diadopsi.

Menurut Undang Undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2002, pengertian inovasi adalah kegiatan penelitian, pengembangan, dan atau pun perekayasaan yang dilakukan dengan tujuan melakukan pengembangan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru, atau pun cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada ke dalam produk atau pun proses produksinya.

Perkembangan teknologi pertanian yang begitu pesat belakangan ini memungkinkan siapa pun dapat ikut memanfaatkan teknologi tersebut untuk berbagai keperluan. Hal ini dibuktikan dengan banyak bermunculannya inovasi karya anak bangsa yang bertujuan memberikan kemudahan kepada para petani Indonesia serta meningkatkan kualitas hasil usahataninya.

Pengertian Platform

Kata platform sangatlah asing dikalangan masyarakat, karena biasanya digunakan dalam teknologi informasi/ilmu komputer. Dalam ilmu komputer, platform artinya kombinasi antara perangkat lunak dan perangkat keras untuk menjalankan sebuah program. Beberapa hal yang membentuk platform adalah arsitektur, bahasa yang digunakan untuk pemrograman, sistem operasi, dan user interface yang berkaitan dengan berjalannya sebuah program. Pengembang perangkat lunak biasanya bekerja sama dengan penyedia-platform dimana mereka mendapatkan serangkaian kode untuk menjalankan sistem operasi tanpa batas. Rangkaian kode tersebut biasanya mencakup kode mesin, bytecode, serta *source code*. Kemampuan lain platform adalah dapat mengganti sebagian kode mesin.

Ada beberapa definisi para ahli, mengenai platform ini antara lain: Menurut wikipedia, platform adalah suatu bentuk kombinasi yang dilakukan antara arsitektur perangkat dan kerangka kerja perangkat yang lunak (aplikasi). Modifikasi ini dipergunakan sesuai dengan kebuhan dasar manusia dalam memanfaatkan teknologi. Menurut Andika (2015), platform adalah suatu tempat yang dipergunakan untuk menjalankan perangkat sistem secara lunak. Dengan arti ini makan platform memberikan berbagai dampak yang baik, sebagai pelengkap seseorang dalam menjalankan sistemasiasi perangkatnya. Menurut Ghani (2016), platform adalah suatu tempat dalam jaringan komputer yang mempermudah pencari jasa atau barang kepada sitributor atau penjualnya. Jenis ini tentunya lebih mengarah ada platform penjualan secara online yang dioperasikan melalui sistem website. Ketiga pengertian di atas dapat dikatakan jika platform adalah kombinasi antara yang dilakukan antara arsitektur hardware dengan software atau aplikasi. Pemanfaatan platform ini sangatlah penting untuk dilakukan, awal mula melakukannya dengan menginput data ke dalam database. Setalah data dalam data bes diinput biasanya suatu platform melakukan verifikasi.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia arti kata Platform-platform 1 rencana kerja; program; 2 pernyataan sekelompok orang atau partai tentang prinsip atau kebijakan; 3 tempat yang tinggi; panggung; pentas; mimbar; 4 beranda stasiun.

Pengertian platform secara singkat adalah rencana kerja atau program. Rencana kerja atau program tersebut nantinya akan menjadi dasar bagi berjalannya sebuah sistem. Rencana kerja atau program tersebut nantinya akan

menjadi dasar bagi berjalannya sebuah sistem. Tentu sebuah sistem disini akan memiliki arti yang berbeda-beda tergantung dari bidang yang menggunakan kata tersebut misalnya ilmu komputer, perdagangan, politik, maupun pertanian.

Platform Inovasi

Platform adalah dasar bagi berjalannya sebuah sistem termasuk dalam hal ini yaitu sistem usahatani padi. Fungsi platform adalah untuk mempermudah petani untuk menjalankan usahatani padi. Dengan demikian, platform inovasi menyediakan fondasi untuk berjalannya proses adopsi teknologi oleh petani sehingga produksi padi meningkat dan menguntungkan. Disamping itu fungsi platform juga memiliki cakupan yang lebih luas untuk keamanan petani dalam komputer hingga membantu perencanaan dalam mengoperasikan beragam software maupun aplikasi di dalamnya.

Platform inovasi sering merangsang inovasi ekosistem. Dalam kaitannya dengan inovasi teknologi Platform mampu untuk menjadi fasilitasi bertemunya permintaan dan penawaran suatu barang. Selain itu dengan memanfaatkan platform juga mampu mengakomodasi kebutuhan penyedia jasa dan konsumen jasa serta menghubungkan antara keduanya. Menurut Haryono et al. (2018), platform inovasi adalah forum fisik atau virtual yang menciptakan lingkungan dimana untuk berbagi dan berbicara, dan berkolaborasi dengan pandangan untuk berinovasi. Selanjutnya dikemukakan bahwa platform inovasi telah digunakan pada sektor pertanian untuk eksplorasi bersama atas peluang dan penyelidikan solusi yang mengarah pada promosi inovasi pertanian sepanjang rantai nilai yang ditargetkan komoditas/perusahaan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa platform novasi adalah suatu rencana kerja yang menjadi dasar bagi suatu sistem untuk bisa berjalan dengan lancar serta memungkinkan untuk berkembang. Platform inovasi dalam sistem usahatani padi sangat penting agar proses diseminasi teknologi usahatani padi dapat berjalan dengan baik, sehingga akan semakin banyak teknologi inovatif yang diadopsi/diterapkan oleh petani.

MODEL PLATFORM INOVASI MULTI MITRA

Dalam sistem informasi, jenis platform dibedakan menjadi dua yaitu mendukung satu manufaktur saja dan mampu mendukung banyak manufaktur sekaligus. Platform yang hanya mendukung satu manufaktur saja tidak dapat digunakan pada manufaktur lain. Model platform inovasi multi mitra di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya yang dimaksud pada pembahasan iini adalah sebuah sistem yang memberikan perintah dan koordinasi antara kelembagaan mitra petani untuk menjalankan proses diseminasi teknologi dari penyedia, penyalur, sampai ke penerima teknologi secara berkesinambungan. Model platform inovasi multi mitra adalah suatu sistem operasi untuk berjalannya tugas dan fungsi setiap mitra dalam mendiseminasikan teknologi inovatif agar diadopsi oleh petani.

Dengan demikian, model platform inovatif multi mitra yang sesuai dengan karakteristik kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya sebagaimana telah diuraikan sebelumnya adalah "Model Platform Inovasi Kolaboratif". Secara rinci model platform kolaboratif inovasi multi mitra di kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Model Platform Inovasi Multi Mitra di Kawasan Padi Rawa Pasang Surut Bunga Raya (Sumber: Hasil Sintesis data Primer)

Penerapan model platform inovasi kolaboratif diharapkan dapat menumbuhkan rangsangan kepada petani untuk mengadopsi teknologi inovatif di dalam sebuah lingkungan pada kawasan padi rawa pasang surut

Bunga Raya. Gambar 2 menunjukkan bahwa untuk mewujudkan tujuan tersebut diperlukan kolaborasi antar mitra petani yang ada. Perlu perencanaan secara bersama-sama yang diwadahi pemerintah daerah, sedangkan untuk manajemennya dilakukan sesuai dengan tugas dan fungsinya masing-masing. Pengaturan kelembagaan bisa berupa forum pengelola sentra produksi padi yang merupakan suatu wadah dimana seluruh mitra terkait dapat melakukan perencanaan pengelolaan dan melaksanakannya secara bersama-sama sesuai dengan tugas, fungsi dan kapasitasnya masing-masing. Khan (2008) juga menyatakan bahwa prinsip pengaturan kelembagaan itu penting terutama untuk memberikan pilihan-pilihan aksi bersama (*collective actions*) yang benar-benar dapat dijalankan oleh para pihak terkait.

Menurut Supohardjo (2005), sesuai dengan fungsinya, ada tiga peran lembaga mitra yang berkolaborasi, yaitu: (1) institusi pembuat kebijakan untuk suasana yang kondusif (enabling setter), yaitu pemerintah, (2) institusi pelayanan (delivery server), yaitu pemerintah dan swasta, dan (3) institusi penerima manfaat (beneficiary), yaitu petani. Kolaborasi tersebut telah membangun social capital dengan suatu lingkaran sinergi antar stakeholder cooperative farming dalam mencapai tujuan usaha.

Atas dasar itu ada 3 model kolaborasi yang dapat dilakukan, yaitu: (1) Kolaborasi edukasi, pelatihan, dan diseminasi inovasi teknologi kepada petani, (2) Kolaborasi penyediaan teknologi inovatif, dan (3) Kolaborasi perancangan untuk menghasilkan teknologi siap dikembangkan. Dengan demikian, model platform multi mitra sesuai dengan pokok bahasan di atas adalah platform inovasi multi mitra kolaboratif edukasi. pelatihan, dan diseminasi

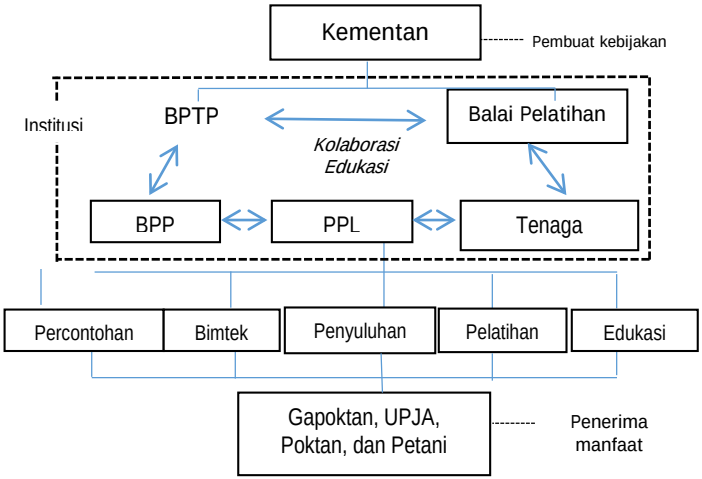
Kolaborasi edukasi. pelatihan, dan diseminasi inovasi teknologi bagi para petani sangat diperlukan agar dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani pada bidang teknologi pertanian Untuk itu perlu dilakukan penyuluhan, demo/pelatihan penggunaan alat pertanian yang dilengkapi dengan teknologi modern serta percontohan (demontrasi) penerapan teknologi.

Sebagai institusi pelayanan atau aktor mitra yang melakukan kolaborasi edukasi, pelatihan, dan diseminasi antara lain BPTP, Balai Pelatihan, Dinas Pertanian, dan Balai Penyuluh Pertanian serta kelembagaan mitra terkait lainnya. Masing-masing kelembagaan mitra memiliki tugas dan fungsi (Tupoksi) yang berbeda namun harus selaras dengan tujuan, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani.

BPTP memiliki tupoksi merakit, menghasilkan teknologi pertanian spesifik lokasi,dan mendiseminasikannya ke petani. Kegiatan di lapang dilakukan dengan membuat pengkajian dan percontohan serta edukasi terhadap petani yang dilibatkan pada kegiatan. Balai Pelatihan pertanian tupoksinya adalah memberikan edukasi dan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani. Dinas Pertanian dan BPP memiliki tupoksi melakukan pendampingan dan bimbingan kepada petani dan kelompok tani.

Agar masing-masing mitra terkait yang memiliki tupoksi berbeda bisa selaras, maka perlu perencanaan bersama/sinkronisasi program agar saling bersinergis terhadap tujuan yang sama. Lee et al. (2012) menegaskan bahwa tata kelola kolaborasi akan memberikan peluang untuk memperkuat kerjasama/kemitraan memperdalam pengetahuan teori pembelajaran, termasuk sistem pelatihan pertanian di negara berkembang. Michael (2006) menekankan pentingya manajemen publik kolaborasi untuk mensinergiskan suatu program.

Secara rinci model kolaborasi Edukasi, Pelatihan, dan Diseminasi dapat dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Kolaborasi Edukasi, Pelatihan, dan Diseminasi (Sumber: Hasil Analisis dan Sintesis Data Primer)

Gambar 3 menunjukkan ada dua kelembagaan mitra yang tidak selalu tersedia di setiap desa/kecamatan, yaitu penyuluh swadaya dan tenaga pendamping desa, termasuk di Kecamatan Bunga Raya, padahal

keberadaannya sangat diperlukan untuk mengedukasi petani tentang teknologi. Tenaga penyuluh yang sudah biasa ada lebih bersifat rutinitas dengan waktu kekreja yang terbatas.

KESIMPULAN

Penerapan model platform inovasi kolaboratif dapat menumbuhkan rangsangan kepada petani untuk mengadopsi teknologi inovatif di dalam sebuah lingkungan pada kawasan padi rawa pasang surut Bunga Raya. Untuk mewujudkan tujuan tersebut diperlukan kolaborasi antar mitra petani.

Perlu perencanaan bersama-sama yang diwadahi pemerintah daerah, sedangkan untuk manajemennya dilakukan sesuai dengan tugas dan fungsinya masing-masing. Pengaturan kelembagaan bisa berupa forum pengelola sentra produksi padi yang merupakan suatu wadah dimana seluruh mitra terkait dapat melakukan perencanaan pengelolaan dan melaksanakannya secara bersama-sama sesuai dengan tugas, fungsi dan kapasitasnya masing-masing.

Model platform inovasi multi mitra menggunakan teori intersistem dan budaya organisasi. Intersistem melibatkan interaksi (konflik atau konsensus) dari dua atau lebih sistem. Sistem itu sendiri ialah pandangan satu entitas terhadap lingkungan yang membuatnya berbeda dengan entitas lain. Pada satu sistem organisasi yang berkolaborasi, prilaku lembaganya berfungsi mencapai tujuan bersama. Dengan demikian, kolaborasi membutuhkan dukungan dari fasilitas lingkungan yang memungkinkan, khususnya tentang kebijakan dan infrastruktur proses pembelajaran inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

Andika, T. P. 2015. "Pengertian Platform" Available: http://andikatipu.blogspot.co.id/2015/06/pengertian-platform.html. Diakses 10 September 2019.

BPS Provinsi Riau dan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2017. Riau dalam Angka Tahun 2016. Kerja sama dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Riau. Pekanbaru (ID): Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.

Balittra. 2011. State of the Art & Grand Design Pengembangan Lahan Rawa. Bogor (ID): Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. hlm 44.

Bhardwaj, R., K. Chaudhary, S. Kaur, R. Gupta, R. Kamal, M. Kumar. 2014. Information Technology Effects on Firm Performances as Measured by Tobin's q. Management Science. 45 (7):1008-1024

[BPP Bunga Raya] Balai Penyuluh Pertanian Bunga Raya. 2019. Programa Penyuluhan Pertanian Kecamatan Bunga Raya. Bunga Raya (ID): Balai Penyuluh Pertanian Bunga Raya.

[BPTP Riau] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau. 2017. Laporan Tahunan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau Tahun 2017. Pekanbaru (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau . 93 hlm.

[BPTP Riau] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau. 2018. Laporan Tahunan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau Tahun 2018. Pekanbaru (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau. 102 hlm.

[Dinas TPH Bun Riau] Dinas Pertanian Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Provinsi Riau. 2018. Laporan UPSUS Pajale. Pekanbaru (ID): Dinas Pertanian Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Provinsi Riau. 123 hlm.

[Distan Kabupaten Siak] Dinas Pertanian Kabupaten Siak. 2017. Profil Pertanian Kabupaten Siak Tahun 2017. Siak Sri Indrapura (ID): Dinas Pertanian Kabupaten Siak . 76 hlm.

[Distan Kabupaten Siak] Dinas Pertanian Kabupaten Siak. Laporan Tahunan 2017. Siak Sri Indrapura. 97 halaman.

[Distan Kabupaten Siak] Dinas Pertanian Kabupaten Siak. 2018. Profil Pertanian Kabupaten Siak Tahun 2018. Dinas Pertanian Kabupaten Siak. Siak Sri Indrapura (ID): Dinas Pertanian Kabupaten Siak. 83 hlm.

Erwandari, Nelti. 2017. Implementasi Sustainable Development Goals (SDG's) dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan di Provinsi Riau. eJournal Ilmu Hubungan Internasional, 2017, 5 (3) 875-888

Ghani, P. 2016. Pengertian Platform. https://www.indonesiastudents.com/pengertian-platform-menurut-para-ahli/#Puspita_Ghany_2016. Diakses 5 Juni 2019.

Haryono, S., Tjeppy D. Soedjana, W.A. Idha, A. Numimg A. 2018. Memperkuat Sinergi Sistem Inovasi Pertanian Nasional. Dalam: Sinergi Sistem Penelitian dan Inovasi Pertanian Berkelanjutan. Jakarta (ID): IAARD Press. hlm. 11-155.

Iskandar, S., 2008. Kemampuan Pembelajaran dan Keinovatifan Guru. Jurnal Pendidikan Dasar. (9): 23-31.

Karindah, S., A. Purwaningsih, A. Agustin, dan L. P. Astuti. 2011. Ketertarikan Anaxipha longipennis Serville (Orthoptera: Gryllidae) terhadap beberapa jenis gulma di sawah sebagai tempat bertelur. J. Entomol. 8(1): 27-35.

Khan, Azis. (2008). Alternatif Penyelesaian Masalah Peraturan Perundangan: Sebuah Pelajaran Penataan Kelembagaan. Jurnal Manajemen Hutan Tropika. 14 (1): 47-53.

Laba, I.W., dan A. Kartohardjono. 1998. Pelestarian parasitoid dan predator dalam mengendalikan hama tanaman. J. Litbang Pert. 17(4): 122-129.

Lee, S. Jin., and D. Sang Yoo. 2012. The Adoption of Collaborative Governance Institutions: The EPA-States Performance Partnership Agreements (PPAS). International Review of Public Administration. 17 (2): 143-161.

Ma, J.F., and E. Takahashi. 2002. Soil, Fertilizer, And Plant Silicon Research In Japan. Amsterdam (NL): Elsevier Science.

Makarim, A.K., E. Suhartatik, dan A. Kartohardjono. 2007. Silikon: hara penting pada sistem produksi padi. Iptek Tanaman Pangan 2(2): 195-204.

McGuire, Michael. 2006. Collaborative Public Management: Assessing What We Know and How We KnowIt. Public Administration Review; Dec 2006;66,SI: ProQuest Research Library.

Moelyohadi, Y., M.U. Harun, Munandar, R. Hayati, dan N. Gofar. 2012. Pemanfaatan berbagai jenis pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung (Zea mays L.) di lahan keringmarginal. J. Lahan Suboptimal. 1 (1).

Moonografi Kecamatan . 2018. Monografi Kecamatan. Bunga Raya (ID): Kecamatan Bunga Raya.

Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Jakarta (ID): Raja Grafindo Persada. hlm 239.

Noor, M. 2007. Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan dan Pengembangannya. Jakarta (ID): Raja Grafindo Persada. hlm 274.

Noor, M. 2014. Teknologi pengelolaan air menunjang optimalisasi lahan dan intensifikasi pertanian di lahan rawa pasang surut. Pengembangan Inovasi Pertanian. 7 (2):95-104.

Noor, Y.R. dan J. Heyde. 2007. Pengelolaan Lahan Gambut Berbasis Masyarakat di Indonesia. Wetland Int.-Indo. Prog. & WHC. Bogor, Indonesia. hlm 155.

Panggabean, dan Elias Wijaya. 2015. Pengaruh Persepsi Petani terhadap Motivasi Mengembangkan Pertanian pada Irigasi Pasang Surut. Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum. 7 (2).

Riausky. 2017. Laju Pertumbuhan Penduduk Riau Meningkat 2,57%. http://riauskay.com/. Diakses 28 Juni 2018.

Rogers, Everett M. 1995. Diffusion of Innovation. New York City, NY (US): Free Press.

Sacala, E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. J. Elementol. 14:619-630.

Subagjo. 2006. Lahan rawa pasang surut. Dalam: Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. hlm. 23–98.

Sujeri, S.E., Maharani, dan E. Susi. 2015. Analisis usahatani padi sawah di Desa kemuning Muda Kecamatan Bunga Raya Kabupaten Siak. Jom Faperta. 2 (2):1-9.

Suporahardjo. 2005. Manajemen Kolaborasi: Memahami Pluralisme Membangun Konsensus. Bogor (ID): Pustaka LATIN.

Supriyo, A., S. Minarsih, dan B. Prayudi. 2014. Efektifitas Pemberian Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo pada Tanah Kering. Agritech. 16 (1): 1 – 12.

Thamrin, M., S. Asikin, dan Mawardi. 2015. Model prediksi tingkat serangan hama penyakit utama padi di lahan rawa di Pulau Sumatera yang tervalidasi. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru (ID): Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 44 hlm.

Undang Undang Republik Indonesia No. 19 Tahun 2002. Tentang Hak Cipta. Jakarta (ID).

Urabe, Kuniyoshi., John Child, and Tadao Kagono, 1988, Innovation andManagement: International Comparisons. Berlin (DE), New York City, NY (US): Walter de Gruyter and Co.

Pengembangan Peternakan Lokal Menuju Pertanian Modern pada Wilayah Gugus Pulau Provinsi Maluku

Procula R. Matitaputty, Abd Gaffar, Izaac T. Matitaputty

Provinsi Maluku dikenal sebagai provinsi kepulauan di Indonesia. Karakteristik wilayah yang heterogen dengan ratusan pulau menjadikan provinsi ini berbeda (unik) dari wilayah-wilayah lain. Menurut Titaley (2006); Monk et al. (1997) dan Monk et al. (2000) bahwa berdasarkan identifikasi citra satelit LAPAN, jumlah keseluruhan pulau-pulau di Provinsi Maluku adalah 1.412 pulau. Luas pulau-pulau di provinsi ini, bervariasi antara ≤ 761 km^2 sampai 18.625 km^2 Pulau dengan luas kurang dari 1 juta ha dikategorikan sebagai pulau kecil. Dengan kategori pulau seperti itu, maka hanya pulau Seram yang memiliki luas di atas 186 juta ha dan tidak termasuk pulau kecil sedangkan sisanya sebanyak 1.411 buah pulau termasuk kategori pulau-pulau kecil (Nanere, 2006). Dengan karakteristik wilayah ke pulauan yang terdiri dari pulau-pulau maka wilayah Provinsi Maluku dijuluki sebagai wilayah atau Provinsi Seribu Pulau.

Prioritas pembangunan daerah kepulauan Maluku di tahun 2020 nanti adalah 1). Percepatan penanggulangan kemiskinan dan pengangguran; 2). Revitalisasi tata kelola pemerintahan dan peningkatan mutu layanan publik; 3) Peningkatan kualitas pendidikan dan pelayanan kesehatan yang merata dan terjangkau; 4). Optimalisasi pengelolaan SDA dan pengembangan industri pengolahan secara berkelanjutan; 5). Peningkatan infrastruktur dan koneksitas gugus pulau secara merata; 6). Peningkatan suasana kondusif, damai, harmonis, dan berbudaya yang mendukung aktifitas ekonomi, investasi dan pariwisata; 7). Peningkatan kualitas dan kapasitas SDM yang unggul.

Sejalan dengan prioritas yang dinginkan maka strategi yang di tempuh adalah untuk bagaimana dapat menurunkan angka kemiskinan dan pengangguran yang ada, penyediaan infrastruktur yang memadai, kesiapan ketahanan pangan bagi masyarakat yang di masing masing gugus pulau, ketersediaan sumberdaya alam dan lingkungan hidup yang ditata dalam pengelolaan tata ruang yang baik, tata kelola kamtibmas dan pemerintahan yang terkelola dengan baik, dan daya saing serta pelayanan dasar bagi masyarakat.

Wilayah Kepulauan Maluku yang tersebar dan dipisahkan perairan laut menyebabkan program pembangunan cenderung hanya terpusat pada pulau yang menjadi pusat pemerintahan daerah dan kurang menyebar ke pulau-pulau lainnya. Wilayah yang tersebar juga menghambat mobilitas sumberdaya dan penduduk akibat minimnya jaringan transportasi. Kondisi ini juga menyebabkan rendahnya pengawasan dan pengendalian kondisi ketertiban dan keamanan wilayah, serta munculnya potensi konflik dan politik-keamanan (separatisme). Dengan kondisi wilayah yang tersebar dan berbagai hambatan, perencanaan pembangunan perlu memperhitungkan secara sungguh-sungguh karakteristik wilayah Kepulauan Maluku sebagai satu kesatuan wilayah yang saling berhubungan termasuk optimalisasi koordinasi dan sinergi berbagai kebijakan dan program pembangunan sektoral.

Kepulauan Maluku memiliki potensi pengembangan yang sangat besar berbasis sumberdaya alam terutama laut dengan perikanannya dan darat dengan pertanian spesifik lokal yang berkearifan lokal. Potensi sumberdaya perikanan laut sangat besar dan masih belum dikelola secara optimal. Potensi sumberdaya pertanian/lahan, hutan, perkebunan dan peternakan juga cukup besar sehingga masih ada peluang pengelolaan sumber daya tersebut untuk pengembangan ekonomi wilayah. Pemanfaatan dan pengelolaan berbagai sumberdaya tetap harus mempertimbangkan keterpaduan dan keseimbangan dalam penataan ruang wilayah untuk mencegah eksploitasi yang berlebihan, dan kerusakan lingkungan.

Sebagaimana pengembangan dan pengelolaan kawasan pesisir pada umumnya, pengelolaan dan pengembangan Pulau-pulau yang ada memerlukan arah kebijakan dan pembangunan yang tepat dan terencana secara baik. Diperlukan suatu rencana tata ruang Pulau-pulau yang ada sehingga arah pengelolaan, pengembangan dan pengambilan kebijakan saling bersinergi mendukung tercapainya pembangunan daerah kepulauan yang

maju. Hal ini sangat penting mencegah arah pengelolaan dan pengembangan yang merugikan, baik dari segi ekonomi maupun dari segi ekologis di kemudian hari. Disadari benar bahwa setiap komoditas memiliki keunggulan pada agroekosistem yang berbeda, sehingga pengembangan komoditas mengacu pada pewilayahan komoditas sebagai pedoman dalam perencanaan pembangunan pertanian dalam jangka panjang (Djaenuddin et al., 2000; Djaenuddin et al., 2002).

Pengembangan wilayah Kepulauan Maluku sebagai salah satu wilayah dengan gugusan pulau-pulau kecil tersebar dan berbatasan dengan Negara tetangga, perlu dilakukan dengan kebijakan dan prorgam yang terpadu dan tepat sesuai potensi yang dimiliki dan berbagai hambatan yang dihadapi. Tantangan terbesar adalah memberikan perhatian yang sama terhadap seluruh wilayah pulau, dan sekaligus membangun keterkaitan antarwilayah pulau dalam satu kesatuan tata ruang wilayah pulau dan laut. Posisi kepulauan yang tersebar seringkali menyebabkan program pembangunan yang dibuat hanya difokuskan pada satu pulau tertentu saja dengan alokasi program sektoral tertentu tanpa memperhatikan keterpaduan program dalam satu kesatuan tata ruang. Berdasarkan Peraturan Presiden RI No : 77 tahun 2014 tentang rencana tata ruang kepualauan Maluku menjelaskan bahwa Gugus Pulau adalah wilayah yang mencakup beberapa pulau beserta perairannya, dibentuk atas dasar interaksi laut dan pulau sesuai dengan kondisi fisik, ekosistem, ekonomi, sosial, dan budaya.

Kondisi ekosistem pulau kecil yang telah dirumuskan dalam Rencana Tata Ruang Provinsi atau Kabupaten/Kota (RTRWP/K) dengan tantangan perubahan iklim memerlukan penyesuaian dan perubahan secara menyeluruh untuk seluruh sektor pembangunan. Integrasi pembangunan berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi sesuai kondisi ekologi, sosial dan ekonimi pulau kecil dengan berlandaskan pada ekonomi hijau (*green economics*) merupakan kebutuhan yang sangat mendesak. Khusus untuk sektor penggunaan lahan (pertanian/perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan) pada pulau-pulau kecil memerlukan suatu konsep yang terintegrasi yang dirumuskan dalam "Konsep Pertanian Pulau-Pulau Kecil" berbasis ekonomi hijau (*green economics*) (Kastanya, 2002; 2010; 2016).

Wilayah Kepulauan Maluku dengan Pulau-Pulau Kecil (PPK) yang cukup banyak menghadapi permasalahan sangat kompleks terutama sebagai akibat ketertinggalan dan keterisolasian. Permasalahan tersebut antara lain:

1) tingginya angka kemiskinan, 2) rendahnya derajat pendidikan dan kesehatan, 3) tingginya angka pengangguran, dan 4) terjadinya ganggguan ketertiban dan keamanan sebagai akibat konflik sosial. Berbagai permasalahan tersebut disebabkan oleh: 1) rendahnya akses terhadap layanan jasa pendidikan dan kesehatan yang bermutu dan terjangkau, 2) terbatasnya kegiatan ekonomi produktif yang menyerap angkatan kerja, 3) rendahnya investasi, 4) terbatasnya prasarana dasar seperti air minum dan sanitasi, jalan, pelabuhan, dan listrik, 5) terbatasnya akses terhadap layanan transportasi yang menghubungkan antar wilayah (Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas 2009).

Dengan kondisi wilayah yang tersebar dan berbagai hambatan, perencanaan pembangunan perlu memperhitungkan secara sungguh-sungguh karakteristik wilayah Kepulauan Maluku sebagai satu kesatuan wilayah yang saling berhubungan termasuk optimalisasi koordinasi dan sinergi berbagai kebijakan dan program pembangunan sektoral. Kecocokan agroekologi untuk pengembangan ternak secara makro dan mikro di kawasan pulau pulau kecil dan terluar perlu mendapat perhatian khusus. Terkait dengan daya dukung lahan, kondisi agroekosistem, sumberdaya alam, ketersediaan teknologi tepat guna, SDM dan dukungan lembaga pemerintah akan memperkuat upaya pengembangan ternak pada suatu wilayah pengembangan. Ketersediaan hijauan pakan ternak di pulau pulau kecil merupakan indikator peluang untuk perkembangan ternak. Hijauan merupakan bahan pakan utama dalam kegiatan usaha ternak dimana hampir 80% dari total biaya adalah untuk biaya pakan (Yusdja dan Ilham, 2004).

Sistem produksi hijauan pakan umumnya tidak dibudidayakan secara khusus untuk dihasilkan dalam kawasan yang luas, sehingga peternak selalu memiliki masalah dengan penyediaan hijauan pakan. Masalah dan kendala dalam pengembangan ternak sebagian besar dihadapi oleh peternak rakyat kecil. Peternakan rakyat pada umumnya mempunyai ciri-ciri berupa rendahnya tingkat keterampilan, kecilnya modal usaha, belum sempurnanya cara penggunaan pakan sehingga produksinya rendah, hasil produksi yang berasal dari peternakan masih di bawah hasil produksi dari perusahaan.

Sebagaimana dihadapi oleh banyak peternak tradisional, petani peternak di Provinsi Maluku pada umumnya masih memelihara ternak secara tradisional. Ternak-ternak dilepas di padang baik pada siang maupun malam hari tanpa penjagaan intensif. Ada juga peternak yang melepaskan ternaknya secara

bebas di lapangan tetapi pada malam hari dimasukkan ke kandang atau dibawah pulang kerumah dan ditambatkan di belakang rumah. Kalau dilihat hanya sebagian kecil saja peternak memelihara ternaknya secara semi intensif bahkan juga intensif. Usaha peternakan secara umum belum dijadikan sebagai sebuah usaha yang ditekuni intensif oleh masyarakat, yang ada hanyalah peternakan-peternakan tradisional tanpa adanya suatu sistem tertentu. Umumnya sumber daya manusia (SDM) peternak berumur/berusia di atas 40 tahun dan lebih dari 70% peternak di Maluku hanya berpendidikan Sekolah Dasar (SD). Pendidikan yang rendah ini menyebabkan pengetahuan dalam pengelolaan peternakan tidak berkembang serta monoton. Peternak hanya mengelola ternaknya seperti biasanya tanpa menciptakan inovasi-inovasi baru demi peningkatan hasil, apalagi pandangan masyarakat bahwa peternakan hanya merupakan bagian dari usaha pokok yang dikerjakan.

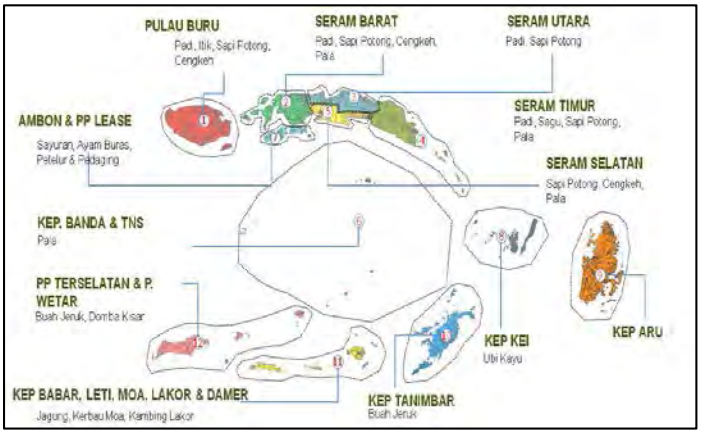
Harapan untuk dapat menerapkan pembangunan pertanian modern diperlukan upaya yang keras dan terobosan-terobosan yang mampu mengembangkan pertanian/peternakan tidak hanya meningkatkan produksi tetapi juga bermuara pada kesejahteraan peternak. Pertanian/peternakan di Indonesia banyak didominasi oleh petani/peternak kecil yang tidak memiliki luasan usaha yang mencukupi secara ekonomi. Diperlukan suatu sistem komunikasi antara penyusun kebijakan dan pelaku utama sector pertanian dalam rangka edukasi masyarakat peternak tentang pentingnya keselarasan dan nilai *(relevance and value)* pembangunan pertanian modern 4.0 pada wilah-wilayah gugus pulau.

Penulisan makalah ini bertujuan untuk memberikan gambaran kondisi dan situasi masyarakat peternak local yang berada diwilayah gugus pulau dan bagaimana menyikapi tantangan menuju revolusi industri modern 4.0 kedepan.

POTENSI TERNAK, PRODUKSI DAN KONSUMSI HASIL TERNAK

Kepulauan Maluku memiliki potensi pengembangan peternakan yang sangat besar berbasis sumberdaya local. Potensi sumberdaya ini cukup besar, sehingga masih ada peluang pengelolaan sumber daya tersebut untuk pengembangan ekonomi wilayah. Pemanfaatan dan pengelolaan berbagai sumberdaya tetap harus mempertimbangkan keterpaduan dan keseimbangan dalam penataan ruang wilayah untuk mencegah eksploitasi yang berlebihan, dan mendorong penyebaran dampak perekonomian ke seluruh wilayah (Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas 2009).

Sesuai karakteristik Maluku sebagai wilayah kepulauan, dalam aspek penataan pembangunan, Maluku memiliki konsep gugus pulau, laut pulau dan pintu jamak (*multi gate*) dengan pengembangan pusat-pusat pertumbuhan yang berfungsi sebagai pusat pelayanan publik, pusat perdagangan serta lalu lintas arus barang dan jasa. Berdasarkan pendekatan geografis, kesamaan budaya, alam dan kecenderungan orientasi, kesamaan perekonomian dan potensi sumber daya alam, maka wilayah Kepulauan Maluku dapat dikelompokkan dalam dua belas gugus pulau. Ke 12 gugus pulau tersebut adalah gugus pulau I: Kabupaten Buru dan Buru Selatan, gugus pulau II: Kabupaten Seram Bagian Barat, gugus pulau III: Seram Utara, gugus pulau IV: Seram Bagian Timur, gugus pulau V: Amahai dan Tehoru, gugus pulau VI : Banda, gugus pulau VII: P. Ambon lease, gugus pulau VIII: kepulauan Kei, gugus pulau IX: Kepulauan Aru, gugus pulau X: kepulauan Tanimbar, gugus pulau XI: Kepulauan Barbar dan gugus pulau XII: kepulauan terselatan (Dinas Pertanian, 2019) Agroekosistem lahan basah di Maluku terdapat di dua (2) pulau besar yaitu P. Seram dan Buru, kedua pulau ini dijadikan sentral pengembangan padi, sementara pulau-pulau lain di Maluku merupakan agroekosistem lahan kering.



Gambar 2. Peta 12 Gugus pulau yang ada di Provinsi Maluku
(Dinas Pertanian Provinsi Maluku, 2019)

Potensi ternak di Provinsi Maluku yang tersebar di 11 Kabupaten/Kota pada tahun 2014 - 2018 dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 di bawah ini (BPS Provinsi Maluku, 2018).

Tabel 1. Produksi Telur di Provinsi Maluku, 2014-2018.

Kabupaten/Kota	Jenis Telur (butir)		
	Ayam Buras	Ayam Ras	Itik
Maluku Tenggara Barat	247.426	-	29.348
(MTB)	390.167	180.720	152.812
Maluku Barat Daya	267.725	180.720	374.729
(MBD)	4.654.635	602.400	600.695
Maluku Tenggara	22.877.341	-	31.239.601
Maluku Tengah	4.093.107	-	232.471
B u r u	177.496	-	28.553
Buru Selatan	1.790.402	1.060.104	807.071
Kepualuan Aru	753.091	-	-
Seram Bagian Barat	99.650	421.680	174.426
Seram Bagian Timur	322.487	1.144.560	171.462
Kota Ambon			
Kota Tual			
Maluku			
2014	62.304.231	1.320.341	29.476.623
2015	41.318.109	2.474.529	45.707.542
2016	42.043.664	1.152.632	45.802.985
2017	37.278.269	2.321.650	52.530.372
2018	35.673.527	3.590.184	33.811.168

Sumber : BPS Maluku (2018).

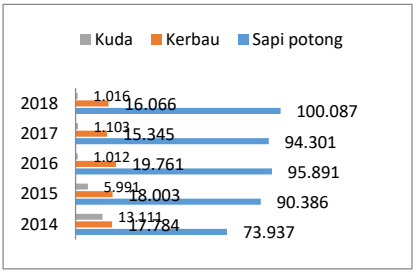
Tabel 2. Produksi Daging menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Ternak Di Provinsi Maluku, 2018

Kabupaten/Kota	Jenis Daging (ton)							
	Sapi	Kerbau	Kambing	Domba	Babi	Itik	Ayam pedaging	Ayam buras
Maluku Tenggara Barat	11	1	4	-	18	-	-	2
Maluku Tenggara	17	-	2	-	7	3	-	2
Maluku Tengah	854	-	89	-	104	5	-	33
Buru	107	2	5	-	3	271	-	163
Kepuluan Aru	4	-	3	-	2	-	-	1
Seram Bagian Barat	75	-	9	-	23	7	-	13
Seram Bagian Timur	106	-	19	-	-	-	-	5
Seram Barat Daya	370	18	70	36	189	1	5	3
Buru Selatan	33	-	6	-	5	2	-	29
Kota Ambon	595	29	5		126	2	63	1
Kota Tual	14	-	5		4	1	-	2
Maluku 2018	2.186	50	217	36	481	292	68	254

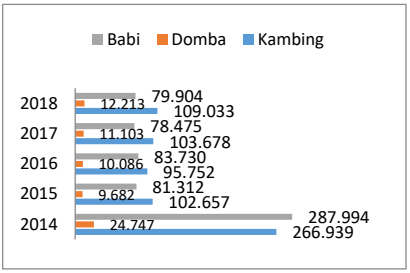
Sumber : BPS Maluku (2018).

Tabel 1 dan 2 di atas memperlihatkan produksi telur konsumsi yang dihasilkan dalam 5 tahun terakhir, yang mana bahwa telur yang dihasilkan ayam kampung (buras) masih mendominasi kebutuhan masyarakat di Maluku bahkan disemua kabupaten/kota, diikuti itik dan ayam ras. Telur ayam ras masih didatangkan dari luar Maluku seperti Surabaya dan Makasar yang banyak ditemui di pasar-pasar umum. Sementara pada Tabel 2 tentang produksi daging tahun 2018 memperlihatkan bahwa daging sapi sangat besar konsumsinya diikuti daging babi, ayam buras, daging itik dan daging kambing. Biasanya yang menjadi pusat atau sentra penghasil ternak lebih banyak konsumsinya, kecuali Kota Ambon sebagai ibu kota provinsi menjadi pusat perekonomian, banyak permintaan dari hotel dan wisatawan dari luar Maluku.

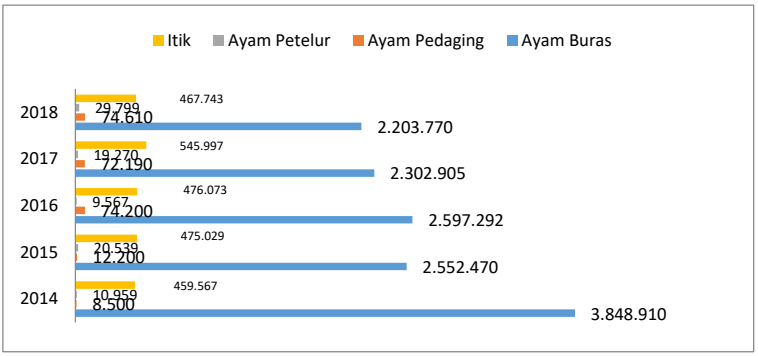
Akhir-akhir ini pemerintah berupaya keras untuk mencapai swasembada daging sapi, karena ketergantungan kepada impor, baik dalam bentuk daging maupun dalam bentuk ternak hidup. Pemerintah berfikir bahwa daging sapi seharusnya dapat diproduksi dalam negeri dengan mengembang biakan ternak local yang dipelihara oleh peternak local, seperti jenis sapi bali yang sudah beradaptasi dengan lingkungan Indonesia. Melalui program Upaya Khusus Sapi Indukan Wajib Bunting (Upsus Siwab) diharapkan bangsa Indonesia akan mengurangi bahkan sama sekali tidak impor daging sapi dari luar negeri.



Gambar 3. Populasi Sapi, Kuda, Kerbau di Prov, Maluku Tahun 2018



Gambar 4. Populasi Babi, Kambing, Domba di Prov, Maluku Tahun 2018



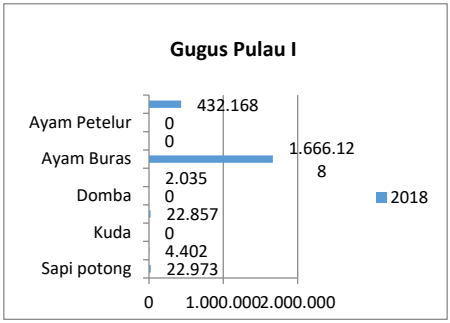
Gambar 5. Populasi Ternak Unggas di Prov, Maluku Tahun 2018

Potensi ternak yang digambarkan dalam grafik di atas untuk masing-masing jenis ternak memperlihatkan begitu besar potensi ternak yang ada di provinsi Maluku yang dikenal sebagai provinsi kepualauan. Untuk ternak besar terlihat bahwa sapi potong mendomonasi posisi yang tertinggi dalam 5 tahun terakhir, sementara untuk ternak kecil khususnya untuk ternak babi dan kambing juga masih menduduki posisi penting di Maluku, karena merupakan ternak yang banyak digunakan untuk keperluan agama, dan adat istiadat.

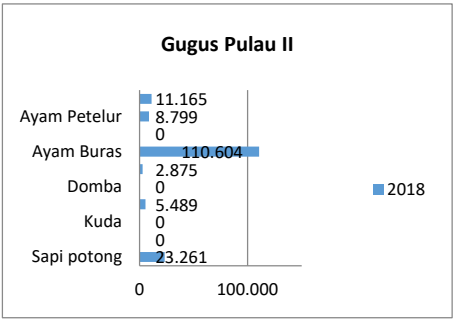
Potensi ternak unggas masih terlihat bahwa unggas local seperti ayam buras dan itik masih menjadi tumpuan harapan masyarakat di Maluku. Kemudahan dalam pemeliharaan dan harga jual dipasaran yang tinggi menjadikan usaha peternakan ayam buras dan itik menjadi perhatian masyarakat terutama di daerah transmigrasi maupun masyarakat lokal lainnya.

Dominasi Ternak pada Gugus Pulau

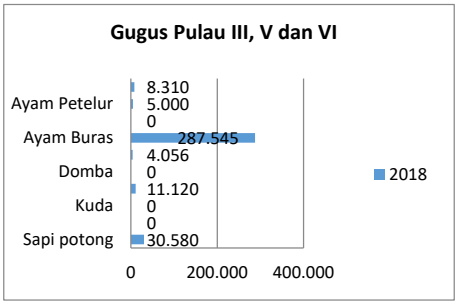
Jenis dan populasi ternak yang dominan pada 12 gugus pulau, berbeda-beda menurut keadaan agroekologi spesifik gugus pulau tersebut. Berikut adalah dominasi ternak pada 12 gugus pulau di Maluku yang diolah berdasarkan sebaran populasi di masing-masing Kabupaten (BPS Prov. Maluku, 2018).



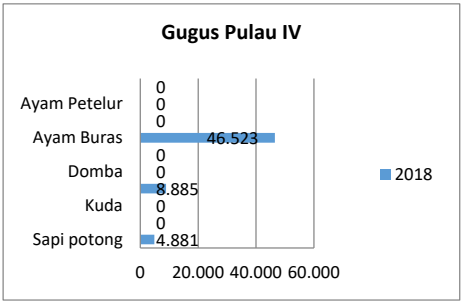
Gugus Pulau I (Kab. Buru dan Buru Selatan)



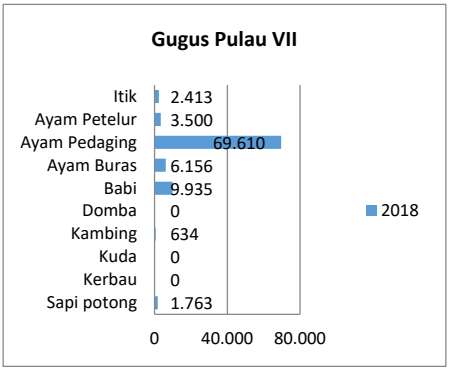
Gugus Pulau II (Seram Bagian Barat)



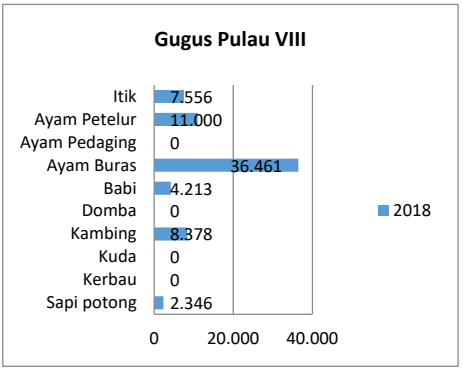
Gugus Pulau III (Seram Utara), V (Amahai dan Tehoru), VI (Banda dan TNS) Kab. Maluku Tengah



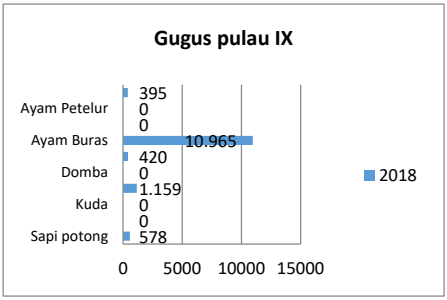
Gugus Pulau IV
(Kabupaten Seram Bagian Timur)



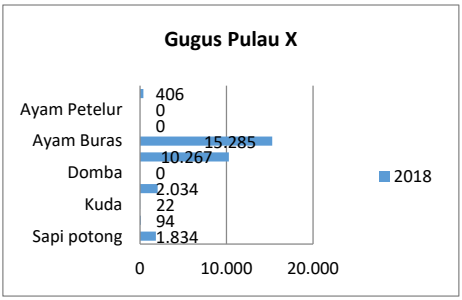
Gugus Pulau VII
(P. Ambon Lease) Kota Ambon



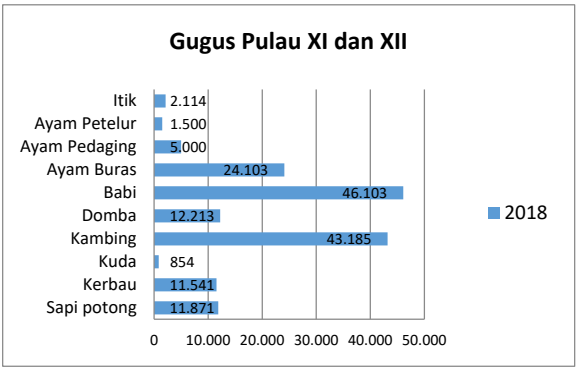
Gugus Pulau VIII (Kepulauan Kei) Kota Tual dan Kab. Maluku Tenggara



Gugus Pulau IX (Kepulauan Aru) Kab. Kepualau Aru



Gugus Pulau X (Kepulauan Tanimbar) Kab. Maluku Tenggara Barat



Gugus Pulau XI dan XII (Kepulauan Terselatan dan Barbar) Kab. Maluku Barat Daya

Dominasi ternak ini untuk menggambarkan struktur populasi dan kondisi peternakan yang diusahakan masyarakat lokal sebagai bagian dari suatu usaha untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan peternak.

Dari paparan gambar grafik populasi ternak di atas berdasarkan gugus pulau menunjukkan bahwa usaha peternakan yang dominan dan umumnya di usahakan masyarakat dari Gugus pulau I (Kabupaten Buru dan Buru Selatan) sampai dengan gugus pulau XII (Kabupaten Maluku Barat Daya) adalah ternak ayam kampung/buras dan Itik karena jenis ternak ini mudah dipelihara dan tidak membutuhkan input yang besar dalam berusaha dan umumnya masih dipelihara tradisional (dilepas/diumbar) terutama bagi masyarakat transmigrasi.

Bagi daerah sentra padi (sawah, gogo) dan jagung ternak unggas merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari usahatani mereka, karena limbah hasil panen sangat melimpah dan biasanya digunakan untuk pakan ternak. Untuk ternak besar yang dominan ada di semua gugus pulau (I s/d XII) adalah ternak sapi potong, dan umumnya masyarakat memelihara sapi jenis Bali, karena sangat mudah beradaptasi dengan lingkungan alam sekitarnya dan dapat memanfaatkan hijauan pakan yang ada.

Sementara ternak kerbau hanya ada di gugus pulau I, X, XI dan XII. Ternak kerbau yang ada pada gugus pulau I dipelihara oleh masyarakat transmigrasi yang berasal dari pulau Jawa. Sementara yang ada di Gugus Pulau XI dan XII Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) merupakan sumber daya genetic palsmanutfah provinsi Maluku yang dikenal dengan nama kerbau MOA.

Sedangkan untuk ternak kecil seperti kambing dan babi banyak ditemui dan dipelihara oleh masyarakat pada gugus pulau I sampai dengan gugus pulau XII, untuk ternak domba hanya di temui pada gugus pulau X, XI dan XII. Ternak Kerbau Moa, Kambing Lakor dan Domba Kisar yang ada pada gugus pulau XI dan XII merupakan sumber daya genetic plasmanutfah provinsi Maluku yang sudah ditetapkan melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian RI nomor : 2911/Kpts/OT.140/6/2011 (Ditjen PKH, 2011).

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan umumnya usahatani ternak yang dikerjakan merupakan peternakan rakyat, namun untuk peternakan ayam petelur dan ayam potong sudah diusahakan dengan sistem pemeliharaan intensif. Ternak ayam petelur dan ayam potong lebih banyak diusahakan pada gugus pulau yang memeiliki transportasi darat dan udara lancer karena memudahkan dalam mendistribusi bibit maupun pakan. Jadi pada intinya dengan adanya konsep claster/gugus pulau, menjadikan focus untuk dapat mengembangkan peternakan sesuai potensi gugus pulau yang ada.

UPAYA SUB SEKTOR PETERNAKAN GUGUS PULAU MENUJU PERTANIAN MODERN

Menurut Heriawan (2019), bahwa pengembangan pertanian di era industri 4.0 janganlah ditakuti bahkan menjadi terpisah maknanya. Mindset yang seharusnya dibangun adalah bagaimana mengemas pertanian dalam era

industri 4.0. Konsep pertanian modern tidak terpisahkan dari upaya optimalisasi sumber daya lahan pertanian dan upaya meningkatkan daya saing sectoral.

Pembangunan sector pertanian modern secara terus menerus harus selalu didukung oleh perekayasaan dan pengembangan inovasi yang sejalan dengan tuntutan dan perkembangan sector pertanian tersebut. Suatu pertanian modern dicirikan oleh penerapan teknologi dan inovasi yang luwes dalam arti dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan kegiatan produktif sector pertanian antara lain dengan pengembangan dan penciptaan inovasi antisipatif yang berpandangan masa depan (Mardiharini dan Jamal, 2017).

Sektor pertanian dikelompokkan dalam beberapa sub sector pendukung salah satunya adalah sub sector peternakan. Peternakan Modern memiliki kemiripan dengan pertanian modern yang pada intinya dapat menjamin akses peternak dalam memanfaatkan teknologi terbaru yang sesuai dengan kondisi lingkungan (agroekologi), produktif-efisien dan menguntungkan peternak. Penggunaan bibit ternak unggul, perkandangan modern, pakan berkualitas, penggunaan alat mesin peternakan pada berbagai tahap proses produksi hingga pengolahan hasil panen, adalah merupakan ciri-ciri pertanian modern dalam subsistem produksi.

Perternakan modern harus mampu menjawab dan mengatasi masalah yang dihadapi peternak melalui upaya pengembangan teknologi dan inovasi lain yang dibutuhkan. Selain itu diperlukan kerjasama yang erat antara pihak pemerintah, industri atau dunia usaha di bidang peternakan, perguruan tinggi dan lembaga penelitian serta lembaga ilmiah lainnya dengan peternak sebagai pelaku utama.

Pertanian 4.0 termasuk peternakan tidak hanya mempengaruhi produsen, tetapi juga membawa konsumen lebih dekat ke petani/peternak atau perusahaan peternakan. Salah satu kegunaan pertanian/peternakan digital adalah dapat mengetahui suatu produk dihasilkan dari proses yang berkelanjutan atau tidak. Setiap kegiatan pertanian/peternakan terekam, menghasilkan data dan informasi yang dapat digunakan untuk menudukung aktivitas-aktivitas pertanian/peternakan lainya. Proses pertanian mencakup berbagai bidang seperti di bidang peternakan ada robot pemerahan susu (sapi, kambing, domba) alat pencukur bulu domba, alat pemantauan kesehatan hewan digital, dan lain-lain yang dijalankan secara otomatis.

Semua penggunaan mesin pertanian/peternakan yang sudah terkoneksi secara digital *(digital farming)* sangat efisien dan efektif serta membantu dalam peningkatan produktivitas, pendapatan dan keuntungan usaha. Perbandingannya, jika penggunaan konsep teknologi konvensional hanya menghasilkan satu bagian saja, sementara dengan *digital farming* hasilnya dapat berlipat-lipat.

Konsep ini telah diterapkan sejumlah startup skala kecil hingga menengah dan masih di sekitar pulau Jawa, sementara untuk provinsi Maluku dengan 12 gugus pulau yang terpencar-pencar masih belum tersentuh dengan *digital farming* yang dimaksudkan, kalau penggunaan mekanisasi pertanian banyak sudah digunakan oleh petani sawah, hortikultura sayuran, namun itupun terfokus pada sentra-sentra produksi padi maupun sayuran, sementara peternak yang lain bisa dilihat secara umum dari kondisi yang ada pada 12 kabupaten/kota semuanya masih ekstensif dan tradisonal, sumberdaya manusia dengan pendidikan yang terbatas dan umur yang sudah tua, pendapatan yang rendah karena produksi hasil sedikit cukup untuk dimakan, kalau dijual pun posisi tawar peternak sangat dirugikan karena harga sangat rendah dan banyak hal yang belum bisa untuk dilakukan oleh mereka. Melalui sosialisasi dan kerjanyata secara massif pada 12 gugus pulau penerapan *digital farming* dibidang peternakan dapat dilaksanakan.

Selain digital farming, ketersediaan generasi muda sebagai sumberdaya yang potensial sangat dibutuhkan dan menjadi tulang punggung tercapainya pertanian modern (4.0). Nuh (2017) dan Liess (2017) mengelompokkan dan membagi generasi yang ada berdasarkan kemajuan teknologi. Di jelaskan bahwa karakteristik setiap generasi sangat berbeda, khususnya dalam penguasaan teknologi informasi, perilaku dan cara berfikir (*digital thinking*) dapat dilihat pada Tabel 2. Generasi millenials dan digital merupakan generasi yang sangat menguasai teknologi digital dan sangat bergantung pada perangkat teknologi (smart phone, internet, media social, mobile banking, e-marketing dan lain-lain). Oleh karena itu, keterlibatan generasi millenial dan digital ini merupakan kunci sukses Indonesia untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk pertanain/peternakan.

Tabel 3. Pengelompokan dan estafet generasi berdasarkan periode kelahiran.

No	Generasi	Periode Lahir	Umur(2018)	Umur (2045)
1	Generasi Tradisonal (Silent)	1928-1945	73-90	>100
2	Generasi Baby Boomer	1946-1964	54-72	81-99
3	Generasi X	1965-1980	38-53	65-80
4	Generasi Y (Millenials)	1980-1995	23-38	50-64
5	Generasi Z (Native Digital)	1996-2010	7-21	35-49
6	Generasi Alpha (Geoogle Kids)	Setelah 2010	<8	<35

Sumber : Nuh (2017) dan Liess (2017)

Dari apa yang dijelaskan di atas terkait generasi milenial dan digital farming, maka rata-rata masyarakat peternak yang ada di 12 gugus pulau provinsi Maluku umumnya belum sampai ke peternakan modern (4.0), hal ini menjadi tantangan yang cukup berat apalagi dengan konsep gugus pulau terkait bidang peternakan yang dikembangkan, karena beberapa factor antara lain : 1). Peternak yang ada disetiap gugus pulau umumnya didominasi kaum tua *(ageine farmer)*; 2). Peternak di 12 gugus pulau masih bertumpu pada teknologi konvensional (pertanian 1.0 dan 2.0) sehingga memiliki produktivitas dan daya saing yang relative rendah; 3). Kegiatan peternakan yang dilakukan masih merupakan usaha sampingan belum berfikir sebagai usaha pokok; 4). Infrastruktur peternakan yang dimiliki peternak lokal di 12 gugus pulau masih belum memadai sehingga memerlukan perhatian dan perbaikan.

Gambar 6. Sarana prasarana perkandangan di tingkat peternak rakyat (tradisional)

Gambar 7. Kondisi peternakan sapi potong di tingkat peternak

Jadi bagaimana mempersiapkan peternakan konvensional pada 12 gugus pulau untuk dapat memahami dan mau melakukan tuntutan zaman sekarang ini dengan melihat bahwa teknologi, inovasi serta sumber daya peternak yang mahir teknologi digital menjadi tumpuan dalam percepatan pertanian modern dan pertanian milenial *(millennial farming)* masa kini (Shashwathi et al., 2012; Kohler dan Weisz, 2016; Yahya, 2018; Nuh, 2017; Mukti, 2019).

Konsekuensinya Provinsi Maluku perlu melakukan percepatan transformasi teknologi dan inovasi serta mempersiapkan dan mendorong generasi milenial/digital pada 12 gugus pulau yang terbagi dalam 11 kabupaten/kota untuk mengembangkan pertanian cerdas *(smart farming)* yang meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan daya saing secara regional serta mampu memanfaatkan teknologi digital dalam merebut pasar dunia (global market). Dengan diterapkannya pertanian digital (pertanian modern) maka sekaligus mendorong sektor pertanian/peternakan ke arah baru yang sebelumnya tidak terpikirkan.

Petani peternak tidak ada pilihan lain selain menyesuaikan dengan aturan main yang berlaku itu, yang melahirkan tuntutan-tuntutan bagi peternak. Tuntutan utama peternak di era *smart farming* atau pertanian pintar tentunya adalah penguasaan penggunaan perangkat digital. Di era *smart farming* peternak dituntut untuk dapat menggunakan perangkat digital. Karena, semua peralatan pertanian/peternakan, sumber daya sampai produk akhirnya, berbasis dan dikontrol oleh teknologi digital.

Pada bidang pertanian seperti, bank DNA untuk profil asal-usul tanaman yang terdokumentasi secara online, pengukuran pupuk dan pestisida nabati, tidak berbahan kimia, drone untuk pemupukan dan penyiraman, teraktor kendali jarak jauh, penandaan lokasi lahan, pengukuran kadungan tanah digital, sampai lelang atau jual-beli komoditas pertanian dan peternakan secara online.

Kesemua itu merupakan sistem *smart farming* yang berlaku pada rangkaian kegiatan pertanian/peternakan dari hulu sampai hilir yang penerapannya bertujuan untuk peningkatan produktivitas, menghasilkan produk sehat, dan memastikan pemanfaatan sumber daya berkelanjutan dan berdampak sosial. Atas dasar itu, secara teknis petani peternak dituntut untuk mempunyai dan dapat menggunakan layanan dasar sebagai syarat awal untuk menggunakan perangkat digital, seperti:

- Mempunyai email untuk registrasi layanan dan produk pertanian digital.
- Mempunyai rekening bank untuk transaksi online.
- Mampu memahami dasar-dasar penggunaan perangkat digital untuk mengoperasikan peralatan pertanian.
- Menguasai dasar-dasar penggunaan & kegunaan internet untuk berhubungan dengan pihak ketiga dan pihak terkait.

Tentunya, bagi petani/peternak ini sangat berat. Berbagai keterbatasan, seperti keberadaan peternak yang jauh dari jangkauan infrastruktur, dan penghalang prilaku dan sistem sosial merupakan kendala adaptasi petani di era *smart farming* atau pertanian pintar.

Menyikapi apa yang disampaikan tentang perternakan modern tentu sangat membutuhkan kerja keras yang sangat besar bagi provinsi Maluku yang memiliki konsep gugus pulau , karena kondisi agroekologi, kondisi wilayah, kondisi transportasi, kondisi telekomunikasi, kondisi sumber daya manusia, kondisi alam sangat mempengaruhi apa yang ingin dilakukan, tidak semudah kita membalikan telapak tangan.

Tabel 4. Efektivitas Peternakan Modern

Kegiatan	Tradisional	Peralatan	Modern	Peralatan
Pemeliharaan ternak	Di umbar, pola ekstensif	Sangat sederhana	Pola Intensif	Cangih dan terkontrol
Pakan	Rumput alam, padang penggembalaan	Sangat sederhana	Rumput unggul, (padang penggembalaan), *Cut and Carry*	Terukur dan sesuai kebutuhan gizi
Perkandangan	Kandang sederhana	Sangat sederhana	Kandang semi modern-modern	Cangih dan terkontrol
Pengendalian/Penyakit	Tidak di control	Sangat sederhana	Di kontrol (pemeriksaan, pengobatan)	Cangih dan terkontrol
Pasca panen (telur, daging)	Bahan mentah	Sangat sederhana	Bahan setengah jadi atau siap saji	Cangih dan terkontrol
Pemasaran	Pasar tradisonal	Tidak terkontrol	Pasar ekspor	Terorganisasi kelembagaan

Dengan begitu harus dibuat suatu perencanaan wilayah yang tertata baik dan terencana sesuai kebutuhan otonomi daerah/gugus pulau yang ada. 12 kabupaten/kota dengan hak otonomi daerah diharapkan mampu untuk melihat kondisi wilayah kerja masing-masing dengan potensi yang dimiliki, untuk memajukan setiap bidang usaha dan sumberdaya yang ada.

DUKUNGAN PEMERINTAH DALAM MENUNJANG PETERNAKAN GUGUS PULAU DI ERA INDUSTRI 4.0

Sub sector peternakan sangat berpeluang besar untuk pengembangan ternak kedepan dengan mempertimbangkan gugus pulau dan ternak spesifik lokasi yang ada pada wilayah pengembangan tersebut. Dukungan ilmu pengetahuan, inovasi dan kerjasama sangat membantu untuk pengembangan peternakan gugus pulau di Maluku. Hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, pada tahun 2011 terhadap kelayakan beberapa pulau pulau kecil (PPK) terluar. Secara geografis, PPK terluar ini memiliki manfaat dan keunggulan komparatif spesifik sebagai perintang alami (*natural barrier*) terhadap peluang penyebaran berbagai macam penyakit hewan menular strategis. Salah satunya adalah untuk difungsikan sebagai pulau karantina hewan. Berdasarkan rangkaian kajian yang telah dilakukan akhirnya ditetapkan beberapa pulau yang akan dipersiapkan menjadi pulau karantina

yaitu kecamatan Jemaja Timur, pulau Anambas, provinsi Riau; pulau Singkil di provinsi Aceh dan pulau Naduk di provinsi Bangka Belitung (Tiesnamurti et al., 2016).

Dunia saat ini telah memasuki era revolusi industri yang ke empat atau disebut juga industry 4.0 ditandai dengan penggunaan mesin-mesin otomatis yang terintegrasi dengan jaringan internet. Sector pertananian juga perlu beradaptasi untuk menjawab tantangan ke depan. Pertanian sub sektor peternakan tidak mungkin bisa mencukupi kebutuhan penduduk yang terus bertambah tanpa *science*, inovasi teknologi dan Networking.

Kesiapan Science dan Inovasi di era Industri 4.0

Generasi muda merupakan potensi dan aset pembangun manusia yang sangat besar dan memiliki peran penting serta posisi yang sangat vital dalam kehidupan masyarakat, berbangsa, dan bernegara atau dapat dikatakan pula generasi muda turut andil dalam kehidupan keangsaan Indonesia. Generasi muda sudah seharusnya berperan aktif sebagai kekuatan moral, kontrol sosial, dan agen perubahan (*agent of changes*) dalam segala aspek kehidupan serta pembangunan nasional. Kemajuan pendidikan dan ilmu pengetahuan dapat dimanfaatkan generasi milenial di era revolusi industry 4.0 untuk hal-hal yang positif bukannya negatif. Perubahan sosial dan budaya yang kini cenderung bergerak sangat cepat pada era modern ini sebagai akibat kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi,dan krisis multi dimensi telah mempengaruhi perubahan pada generasi milenial secara drastis. Ilmu pertanian (*agricultural science*) merupakan bidang yang berbicara lebih luas tentang serangkaian aktivitas yang mengubah lingkungan untuk menghasilkan produk hewani dan nabati yang bermanfaat bagi manusia. Generasi milenial yang menjiwai dunia peternakan jiwa enterprunership menjadi modal dasar untuk pengembangan usaha peternakan kedepan.

Kemajuan teknologi adalah sesuatu yang tidak bisa kita hindari dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi akan berjalan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Teknologi yang sebenarnya merupakan alat bentu/ekstensi kemampuan diri manusia. Dewasa ini, telah menjadi sebuah kekuatan otonom yang justru 'membelenggu' perilaku dan gaya hidup kita sendiri. Dengan daya pengaruhnya yang sangat besar, karena ditopang pula oleh system-sistem sosial yang kuat, dan dalam kecepatan yang makin tinggi, teknologi telah menjadi pengarah hidup manusia. Masyarakat yang rendah

kemampuan teknologinya cenderung tergantung dan hanya mampu bereaksi terhadap dampak yang ditimbulkan oleh kecanggihan teknologi (https://www.kompasiana.com).

Disadari betul bahwa selama ini semua lembaga yang terkait dengan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan belum bersinergi dengan baik, maka sentuhan inovasi yang dihasilkan melalui teknologi terapan masih sangat minim di tangan peternak. Menurut Mardiharini dan Jamal (2017) bahwa Pengembangan inovasi masih bersifat parsial dan dikembangkan secara terpisah oleh banyak orang dan lembaga, selain itu hasil penelitian kurang mengacu *best practices* dan lemah dalam model bisnis.

Inovasi merupakan salah satu komponen esensial dalam kehidupan. Berbagai bentuk inovasi akan berjalan sejajar dengan tinggi rendahnya kreatifitas. Hal ini sejalan dengan pendapat Scott (2004) yang menyatakan bahwa kreatifitas merupakan refleksi dari 'kecerdikan' dan 'daya cipta' yang dibentuk oleh dinamika sistim relasi tertentu di dalam masyarakat yang memungkinkan timbulnya berbagai inovasi.

Lemahnya inovasi pertanian merupakan salah satu faktor sulitnya mewujudkan pembangunan pertanian modern di Indonesia. Sistem pengalihan teknologi dari tradisional menjadi modern dalam pengelolaan pertanian belum mampu diterima secara luas oleh para petani/peternak yang masih banyak memilih menggunakan peralatan tradisional dibandingkan dengan peralatan teknologi canggih. Selain karena keterbatasan biaya, keterbatasan pengetahuan juga menjadi factor yang menghambat laju teknologi untuk merambah sector pertanian secara luas.

Peran pemerintah sangat diperlukan untuk memberikan edukasi yang cukup bagi para petani agar dapat memajukan sector pertanian/peternakan di era revolusi industri 4.0 misalnya saja dengan memberikan penyuluhan besar-besaran dan melakukan demo penggunaan alat pertanian yang dilengkapi dengan teknologi modern. Teknologi harus digunakan secara bijak dengan tetap melihat dampaknya dari berbagai sisi. Dalam pertanian misalnya, jangan sampai teknologi hanya dapat merusak ekosistem yang ada tanpa mempedulikan keseimbangan lingkungan.

Pengembangan system inovasi nasional harus merupakan kegiatan simultan dalam membentuk masyarakat yang melek teknologi dan upaya membangun sistem inovasi nasional. Pengembangan sistem inovasi melibatkan

para pelaku usaha dan semua pihak yang selama ini terlibat dalam pengembangan inovasi pertanian, dengan konsep inovasi terbuka yang sekarang menjadi kecenderungan global (Mardiharini dan Jamal, 2017). Beberapa inovasi yang mulai dikembangkan oleh Kementerian Pertanian melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian adalah *cloud computing, mobile internet,* dan *artificial intelligence* yang digabung menjadi mesin pertanian yang lebih canggih dan modern, seperti traktor tanpa operator, pesawat *drone* untuk mendeteksi unsur hara dalam tanah, dan robot *grafting.* Teknologi tersebut diharapkan dapat membuat produksi pertanian di Indonesia berjalan lebih efektif.

Maluku dengan pulau-pulau kecil yang begitu banyak terbagi dalam wilayah 12 gugus pulau dengan beraneka ragam suku dan budaya, perlu segera melakukan percepatan atau akselerasi dan transformasi inovasi untuk meningkatkan daya tarik pertanian/peternakan bagi kaum generasi muda (generasi milenial/digital) dan memberikan kesempatan dan kemudahan bagi generasi ini untuk berinovasi dalam meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan daya saing sehingga Provinsi Maluku kedepannya tidak lagi bertumpu pada ekspor peternakan dalam bentuk bahan baku *(raw materials)*, tetapi berbasis produk olahan dan inovasi dengan nilai tambah yang besar. Artinya keunggulan kompetitif dan *innovation* menjadi kekuatan peternakan Maluku dalam pasar regional maupun global (Simarmata, 2017).

Berdasarkan kenyataan pada saat ini di tingkat peternak bahwa sampai saat ini peternak masih bersifat sebagai penerima teknologi, dan belum sebagai pengguna teknologi peternakan, misalnya teknologi: pakan, pembibitan, penanganan panen, pengolahan pascapanen, teknologi pengolahan kompos, pengobatan ternak, vaksinasi ternak (Hasnudi et al., 2004). Peternak yang ada di Maluku sampai sekarang baik secara individu maupun sebagai kelompok masih melaksanakan pendekatan pemeliharaan ternak secara tradisional atau cara pendekatan pemeliharaan ternak sebagaimana yang diperoleh secara turun-temurun serta ketergantungan pada kemurahan alam.

Kesiapan Networking di era Industri 4.0

Sebagai lembaga penghasil inovasi teknologi dan kelembagaan yang memiliki peran penting pembangunan pertanian, Badan litbang pertanian untuk dapat mengembangkan potensi yang dimiliki melalui pengembangan jejaring kerjasama dengan pemangku kepentingan (Stakeholder). Kerjasama yang dilakukan bertujuan untuk: 1). Mengupayakan pemanfaatan kekayaan

intelektual dari inovasi pertanian yang dihasilkan; 2). Mempercepat pematangan teknologi; 3). Mempercepat diseminasi dan adopsi teknologi; 4). Mempercepat pencapaian tujuan pembangunan pertanian; 5). Meningkatkan capacity building unit kerja/unit pelaksana teknis (UK/UPT) lingkup bandan litbang pertanian; 6). Transfer teknologi; 7). Mendapatkan umpan balik untuk penyempurnaan teknologi; 8). Optimalisasi sumber daya; serta 9). Menciptakan alternative sumber pembiayaan.

Sebagai wilayah kepulauan dengan kondisi peternak sebagain besar ditinjau dari aspek usaha, memperlihatkan pengusahaan ternak masih dalam skala kecil dan bersifat sambilan, sulit memperoleh informasi, kurang sarana dan lokasi tersebar luas sehingga manajemen peternak tidak efesien, biaya tinggi, tidak terpola dan kurang memiliki daya saing (Eaton et al., 2002). Bidang usaha yang digeluti peternak dikaitkan dengan system agribisnis umumnya bergerak pada kegiatan budidaya (*on-farm*) saja. Sementara kegiatan hulu dan hilir ditangani oleh pedagang dan segelintir perusahaan. Peternak kurang mampu menjalin kerjasama atau kemitraan usaha dengan peternak lain, koperasi, pedagang atau dengan perusahaan.

Peternak baik secara individu maupun secara kelompok belum mampu mempengaruhi pasar ternak, bahkan sangat tergantung terhadap peran pedagang pengumpul atau pedagang perantara. Keberadaan pasar hewan hanya terbatas pada lokasi-lokasi tertentu dan itupun dengan fasilitas yang sangat minim, menyebabkan cara penentuan harga dengan sistem taksiran. Peternak tidak memiliki posisi tawar (*bargaining position*) yang tinggi dan rantai pemasaran yang panjang serta fluktuasi harga yang tidak menentu. Akhir kesemua itu seringkali merugikan peternak sebagai produsen ternak.

Kesiapan untuk membangun kerjasama antar lembaga penelitian atau lembaga-lembaga lainnya, bahkan lembaga permodalan dan pemasaran yang ada di kabupate/kota se Maluku untuk meningkatkan kualitas sumber daya alam dan kemajuan usaha masyarakat perlu ditingkatkan dan sangat diharapkan dapat memberi peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat.

LANGKAH KEDEPAN

Dalam orientasi kerangka pembangunan modern dan berkelanjutan dapat menjadi spirit pembangunan pertanian ke depan dengan berorientasi pada penguatan kemampuan pertanian/peternakan rakyat menuju pada kesejahteraan petani sebagai pelaku utama pembangunan pertanian. Beragam inovasi dapat digunakan, sehingga memberikan manfaat dan dampak yaitu memiliki daya saing tinggi, inklusif bagi perbaikan kesejahteraan. Dalam rangka mensinergikan antara rencana pengembangan agribisnis peternakan yang berpusat pada kawasan gugus pulau dan pengambilan kebijakan yang tepat, Pemerintah Daerah memiliki kewenangan yang besar dalam menyukseskan pembangunan tersebut. Beberapa kebijakan dasar yang dibutuhkan untuk mendorong percepatan pencapaian pembangunan peternakan gugus pulau tersebut di antaranya adalah:

- Pembangunan infrastruktur transportasi yang memadai terutama transportasi darat dan transportasi laut antar wilayah gugus pulau. Kondisi kepulauan dengan gugus pulau yang tersebar dan pusat-pusat pengembangan agribisnis peternakan kepulauan hanya dapat berkembang dengan baik dan cepat jika infrastruktur transportasi tersedia dan berfungsi dengan baik. Kebutuhan infrastruktur transportasi adalah mutlak dan terkait dengan keterbukaan peluang bagi pengembangan investasi baik di sector agribisnis peternakan maupun di setor lainnya. Peluang pertumbuhan yang cepat dari agribisnis peternakan juga sangat ditentukan oleh pengembangan investasi di sektor perdagangan, perhotelan dan restoran, keuangan, jasa, dan lain-lain.

- Pembangunan infrastruktur komunikasi (telkomsel, indosat, dll) sangat dibutuhkan pada wilayah gugus pulau sehingga informasi terkait dengan peternakan dengan mudah didapat dan terjalin komunikasi antar pengguna dengan narasumber.

- Pembangunan Sumber daya manusia khususnya peternak yang berfikiran maju dan berjiwa enterpreunership dengan memandang bahwa teknologi modern merupakan salah satu factor untuk meningkatkan produksi, pendapatan dan ramah lingkungan sangat perlu dibangun.

- Regulasi terkait sentra-sentra produksi peternakan harus di perjelas untuk pengembagnan peternakan di Maluku.

- Perlu mengembangkan inovasi-inovasi praktis dan relevan dalam konsep pembangunan peternakan ke depan di Pulau-pulau Kecil Provinsi Maluku. Konsep tersebut haruslah mampu memberikan sentuhan perbaikan atas penyebab masih munculnya kelemahan-kelemahan yang tercermin dari berbagai aspek di atas.
- Konsep pembangunan peternakan melalui pengembangan kawasan agribisnis berbasis peternakan perlu dibangun Berbasis Potensi Ternak dan Sumberdaya Alam menurut gugus pulau di Provinsi Maluku
- Pembentukan kelembagaan peternak secara formal dan Kemitraan antara peternak dengan stekholder lainnya.
- Penetapan pusat-pusat perdagangan dan pemasaran ternak secara lokal, antar wilayah dan antar region.

Dari aspek pengembangan Usaha Peternakan dan Sumberdaya Peternak maka aspek penting yang perlu perbaikan dan peningkatan mutu adalah Sumber Daya Manusia/SDM peternak gugus Pulau di Provinsi Maluku antara lain :

- Pembinaan transformasi pola pikir (mindset) peternak tradisional yang perilakunya belum intensif pada usaha ternak. Petani peternak di Maluku masih berstatus pengelola multi usaha dan tidak spesifik pada salah satu jenis usaha. Perilaku ini kurang sejalan dengan jiwa dan entrepreneurship pelaku agribisnis peternakan.
- Pembinaan teknis pemeliharaan ternak para peternak yang mengarah kepada intensifikasi dan bisnis, serta pelatihan dan penggunaan teknologi peternakan diantaranya teknologi pakan, pembibitan, penanganan panen, pengolahan pascapanen, teknologi pengolahan kompos, pengobatan ternak, dan vaksinasi ternak.
- Pembinaan kemampuan manajemen usaha dan bisnis ternak secara komersil dan maju, akses kepada teknologi, informasi dan pasar secara terbuka.
- Pembinaan pengolahan pascapanen hasil ternak yang lebih baik dan maju.

PENUTUP

Pemerintah saat ini tengah menghadapi tantangan berat dan mengubah tradisi petani. Hal ini khususnya terkait sebagian besar petani/peternak yang masih menerapkan pola bercocok tanam/beternak tradisional atau setara dengan level industri 1.0. Berdasarkan uraian di atas terlihat jelas pengembangan usaha peternakan menuju peternakan modern 4.0 di Provinsi Maluku masih perlu kerja keras apalagi pengembangan di sector pertanian yang dilakukan melalui konsep pengembangan kawasan gugus pulau yang dikelola secara berkelanjutan dan berakses ke industri hulu sampai hilir. Konsep tersebut diharapkan dapat mengarahkan usaha peternakan pada kondisi yang berpeluang pada peningkatan keuntungan dan daya saing. Pada intinya adalah revolusi industry 4.0 disektor pertanian masih belum terlihat dominan sehingga diperlukan peran pemerintah pusat, daerah dan kabupaten/kota untuk meningkatkan pelayanan secara teknis, penyediaan fasilitas secara efisien dan efektif, sehingga dapat menekan biaya transportasi yang dirasakan sangat tinggi, lebih menjamin terwujudnya keterkaitan agribisnis hulu-hilir, memudahkan pelaksanaan koordinasi dan pembinaan serta terwujudnya pola kemitraan peternak dengan pengusaha. Sangat diperlukan adanya campur tangan yang serius dan dukungan dari Pemerintah khususnya Kementerian Pertanian (Kementan) perlu memfasilitasi perubahan ke arah industri 4.0 melalui regulasi dan aturan yang sesuai. Keberadaan aturan ini penting sebagai payung hukum dan acuan bagi para pelaku usaha.

DAFTAR PUSTAKA

BPS Prov. Maluku. 2018. Statistik Sektoral. Ambon (ID): Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku.

Dinas Pertanian Provinsi Maluku. 2019. Arah dan kebijakan pembangunan pertanian provinsi Maluku. Rapat koordinasi dan sinkronisasi perencanaan kegiatan pembangunan pertanian 2020.

Ditjen PKH. 2011. Penetapan Rumpun/Galur Ternak Indonesia Tahun 2010-2011. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian 2012.

Djaenudin, D., H. Marwan, A. Mulyani, H. Subagyo, dan N. Suharta. 2000. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Pertanian. Versi 3,0. September 2000. Bogor (ID): Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.

Djaenuddin, D., Y. Sulaeman dan A. Abdurachman. 2002. Pendekatan pewilayahan komoditas pertanian menurut pedo-agroklimat di kawasan timur Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian. 21(1): 2002.

Eaton, B.C., F.E. Diane, and W.A. Douglas. 2002. Microeconomics. Fifth Edition. Toronto (CA): Prentice Hall.

Hasnudi, I., Sembiring, dan S. Umar. 2004. Pokok-pokok Pemikiran Bidang Peternakan. Medan (ID): Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Hermawan, Rusman. 2019. Precision Agriculture and Smart Farming. Sinar Tani, edisi 12-18 Juni 2019. No. 3802 Tahun XLIX.

https://www.kompasiana.com/sae/598bd76c5a676f05424cd202/inovasi-teknologi-moderen-menuju-lumbung-pangan-dunia

Kastanya, A. 2002. Pengelolaan Hutan Produksi Lestari Berbasis Gugus Pulau di Maluku. [Disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada. Tidak Diterbitkan.

Kastanya, A. 2013. Konsep Pertanian Pulau-Pulau Kecil Berbasis Gugus Pulau Menghadapi Perubahan Iklim Global Di Provinsi Maluku. Makalah disampaikan Dalam Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis ke-50 tahun. Ambon (ID): Program Studi Manajemen Hutan, PPS UNPATTI.

Kastanya, A. 2016. Konsep pertanian pulau-pulau kecil berbasis gugus pulau menghadapi perubahan iklim global di provinsi maluku. Doi:10.30598/jhppk.2016.1.1.1 issn online : 2621-8798

Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas. 2009. Data dan Informasi dalam Rangka Penyusunan RPJMN 2010–2014 Berdimensi Ruang dan Wilayah, Wilayah Maluku. Jakarta (ID): Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas).

Kohler, D., dan J.D. Weisz. 2016. Industry 4.0.: The challenges of the transforming manufacturing. Germany: BPIFeance.

Liess, D. 2017. Understanding Generation Differences. #GOInnovate17. Hhttp:greaterozarkscsd.org/…/GOCSD-2017-Generational0Differences-Online-Copy.p.

Mardiharini, M., dan E. Jamal. 2017. Menuju pembangunan pertanian modern. Menuju Pertanian Moedern Berkelanjutan. Jakarta (ID): IAARD Press.

Monk, K. A., Y. de Fretes, and G. R. Lilley. 1997. The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku. The Ecology Indonesia Series, Volume V. New York City, NY (US): Oxford University Press.

Monk, K. A., Reksodihardjo dan G. Uley. 2000. Ekologi Nusa Tenggara dan Maluku. Edisi Indonesia. Jakarta (ID): Prenhalindo.

Mukti, G.M. 2019. Menyiapkan sumberdaya manusia masa depan melalui Iptek dan Dikti. Dirjen Sumber daya Iptek dan Dikti. Semarang (ID), 3-4 Januari 2019.

Nanere, J. L. 2006. Sagu dan Lingkungan di Maluku (dalam rangka revitalisasi pertanian di kepulauan Maluku). Makalah disampaikan pada Lokakarya Sagu. Tema"Sagu didalam Revitalisasi Pertanian Maluku". Ambon (ID): Kerjasama Universitas Pattimura, Bappeda Maluku, Dinas Pertanian Provinsi Maluku dan BPTP Maluku.

Nuh, M. 2017. Menyiapkan generasi milenialmenuju kejayaan Indonesia 2045. Makalah pada One Day Seminar on Big Data is the new feul of Digital Economy 23 Agustus 2016. ITS.

Scott, A.J. 2004. Entrepreneurship, Innovation, and Industrial Development: Geography and The Creative Field Reviseted. Center for Globalization and Policy Research, UCLA.

Shashwathi, N., P. Borkotoky, and K. Suhas. 2012. Smart farming: A step towards techno-savvy agriculture. International Journal of computer applications (0975-8887). Volume 57 No.18, November 2012.

Simarmata, 2017. Percepatan transformasi teknologi dan inovasi dalam era Smart Farming dan Petani Milenial untuk meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan daya saing pertanian Indonesia. Makalah pada rangkaian kuliah umum 8 Mei 2017. Malang (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Tiesnamurti, B., E. Handiwirawan, L. Affandhy, I. Herdiawan, E. Sutedi, Suratman, S.A. Talaohu, S.H. Nasution, A. Mulyana, dan L.D. Herindra. 2016. Identifikasi pulau-pulau kecil sebagai pulau karantina atau pulau untuk budidaya sapi potong di Provinsi Kepulauan Riau. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengenbangan Peternakan.

Titaley, P. A. 2006. Kebijakan Revitalisasi Pertanian di Maluku. Makalah disampaikan pada Lokakarya Sagu. Tema"Sagu didalam Revitalisasi Pertanian Maluku". Ambon (ID): Kerjasama Universitas Pattimura, Bappeda Maluku, Dinas Pertanian Provinsi Maluku dan BPTP Maluku.

Yahya, M. 2018. Era Industri 4.0. : Tantangan dan peluang perkembangan pendidikan kejuruan Indonesia. Pidato Pengukuhan Penerimaan Jabatan Profesor Tetap dalam bidang ilmu Pendidikan kejuruan. Makasar (ID): Fakultas Teknik Universitas Negeri Makasar.

Yusdja, Y., N. Ilham. 2004. Tinjauan kebijakan pengembangan agribisnis sapi potong. J Analisis Kebijakan Pertanian. 2:167-182.

Status dan Perbaikan Sistem Perladangan di Lahan Kering Menuju Pertanian Transisi Maju di NTT

Bernard Derosari dan Tony Basuki

Sistem perladangan, baik berpindah (*shifting cultivation*), tebas bakar (*slash and burn cultivation*) –selanjutnya disebut perladangan- merupakan suatu sistem pertanian yang dalam derap pembangunan sektor pertanian di Indonesia tidak semaju sistem pertanian lain. Bahkan sistem perladangan belum dimasukkan dalam arus-utama (*mainstream*) pembangunan pertanian di Indonesia.

Sistem perladangan dianggap sebagai suatu sistem pertanian yang tidak mendukung lingkungan yang dicirikan oleh aktivitas utamanya menebas dan membakar, serta berpindah, dengan tingkat produktivitas dan produksi yang rendah. Perladangan dianggap sebagai penyebab longsor, memacu *run off*, erosi, dan banjir (Crippen International, 1980); praktek perladangan mengubah unsur hara menjadi bentuk yang tidak tersedia (D'Antonio dan Vitousek, 1992); perladangan dikritisi sebagai penyebab lahan kritis (Monk et al., 1997); memacu pertumbuhan rumput yang mudah terbakar (Freifelder, 1998); serta menyebabkan kemerosotan keanekaragaman hayati dan pemanasan global (McWilliam, 2000).

Orientasi pertanian modern yang menetap (intensifikasi) dengan pacuan produktivitas dan produksi yang tinggi semakin mendorong sistem perladangan menjadi terpinggirkan. Mudita (2000) menyatakan walau sistem perladangan dianggap merusak lingkungan dan lebih banyak dampak negatif yang diungkapkannamun juga memiliki nilai positifnya. Beberapa peneliti meyakini bahwa dalamsistem pertanian tidak mutlak hanya pencapaian indikator-indikator fisik saja misalnya produktivitas dan produksi yang tinggi saja, namun juga diperlukan indikator stabilitas, ekuitabilitas, adaptabilitas,

dan kemandirian. Sistem perladangan terbukti sebagai suatu sistem yang menciptakan pertanian yang berkelanjutan (*sustainable agriculture*) (Conway, 1993), dengan pola tumpang sari mendukung konservasi keanakaragaman hayati (*biodiversity conservation*) dan pengelolaan ketahanan hayati (*biosecurity management*) (Mudita, 2008; 2009), disamping indikator stabilitas, ekuitabilitas, adaptabilitas, dan kemandirian yang cukup baik dimiliki sistem perladangan (Marten, 1988; Conway, 1993; Lopez Ridaura et al., 2000).

Dalam tataran faktual, selain rona lingkungan yang terdampak dari adanya kegiatan perladangan, sangat penting adalah petani dan rumahtangga tani yang menggantungkan kesejahteraan hidupnya pada usahatani perladangan. Petani yang melakukan perladangan bukan karena "memilih" jenis usaha perladangan, namun karena tidak memiliki sumberdaya pertanian lain untuk mempertahankan hidupnya (Ataupah, 2000; Pollini, 2007; 2009).

Di Nusa Tenggara Timur (NTT), data statistik yang valid tentang jumlah petani yang mengusahakan usahatani dengan sistem perladangan belum tersedia. Namun yang pasti dari lahan datar dan terutama lereng terbentang pertanian perladangan yang mengandalkan air dari hujan. Sistem perladangan ini mendominasi sistem usahatani lahan kering di NTT.

Pola yang diterapkan dalam sistem perladangan tersebut dicirikan: (a) melakukan praktek tebas bakar, (b) berpindah jika masih ada lahan, (c) berpindah berotasi atau acak, jika berpindah dengan jarak antar lahan dekat, Ataupah (1992) menyebutnya beringsut berotasi, (d) komoditas utama jagung dan ditanam secara tumpang sari dengan aneka kacang, labu dan ubi kayu. Di Timor, jagung, kacang, dan labu kuning ditanam dalam satu lubang yang disebut "Cen" (Basuki dan Bernard, 2017). Strategi ini merupakan suatu teknik untuk mendistribusi resiko, menjaga besaran dan kestabilan pendapatan, (e) sumber air utama adalah hujan. Di wilayah kering NTT hujan hanya berlangsung tiga bulan, sehingga kegiatan penanaman di ladang praktis hanya dikerjakan satu kali dalam setahun.

Dengan memperhatikan perkembangan pertanian dewasa ini, yaitu pertanian yang telah mencapai tahapan maju, dengan sistem pertanian digital cerdas dan presisi,pertanyaannya adalah bagaimana posisi sistem perladangan yang dapat memberikan kesejahteraan bagi pelakunya (petani) dan tidak mengabaikan lingkungan dalam memasuki era pertanian transisi menuju pertanian maju. Sistem perladangan dengan semua atributnya termasuk petani dan rumahtangga tani yang menggeluti usaha ini tidak boleh dibiarkan dalam

kondisi marginal, harus maju mengikuti sistem pertanian lain dalam kesatuan gerak mainstream pembangunan sektor pertanian. Untuk maksud demikian, maka tulisan ini disusun dengan membahasstatus sistem perladangan di NTT, intervensi teknologi dan kebijakan yang berpeluang diintrodusir dan diterapkan sehingga mencapai suatu *suasana* dalam masa transisi, serta upaya-upaya yang dapat dilakukan agar sistem perladangan bertransformasi dalam pertanian transisi menuju pertanian maju.

STATUS SISTEM PERLADANGAN DI NTT

Dimaksudkan dengan status sistem perladangan yaitu bahasan menyangkut (a) penggunaan teknologi, yaitu pola tanam, varietas, teknik perawatan tanaman, panen dan penanganan hasil panen, (b) kondisi sosial ekonomi petani, yaitu pengetahuan tentang teknologi, keputusan alokasi sumberdaya termasuk tenaga kerja dalam sistem perladangan, modal usahatani, dan pemasaran.

Teknologi dalam Sistem Perladangan

Teknologi dalam sistem perladangan merupakan suatu rangkaian tahapan dari persiapan lahan, menanam, memelihara tanaman, sampai panen. Banyak yang beranggapan perladangan mudah dilakukan dan tidak memerlukan teknologi yang rumit, lahan tidak perlu dibajak, tidak menggunakan benih unggul, pupuk, dan pestisida, tidak memerlukan ketrampilan dalam menggunakan alat tertentu, bahkan oleh Omerling (1955) *dalam* Ataupah (1992) dikatakan cukup dengan parang, korek api, dan "tofa". Namun perladangan tidaklah sesederhana itu, terdapat beberapa tahapan dalam proses produksi yang dimulai dari persiapan, sampai panen dan penanganan pascapanen.

Langkah Pertama yang dilakukan adalah menentukan lokasi untuk melakukan perladangan. Pilihan ini didasari atas (a) hak kepemilikan. Keputusan yang salah dalam menentukan lokasi, batas, dan luas lahan yang akan digarap akan menjadi masalah sosial, (b) apabila memiliki beberapa parsil lahan maka pilihan tingkat kesuburan, letak yang strategis, jarak dari rumah menjadi pertimbangan penting. Apabila lahan tersebut telah diputuskan maka tahap selanjutnya adalah menebas atau memotong pohon, semak dan membersihkan belukar. Pekerjaan ini dilakukan secara bergotong-royong dengan teman atau keluarga yang lain. Hasil tebasan ini dibiarkan sambil dijemur selama beberapa waktu.

Apabila hasil tebasan ini telah kering maka tahap selanjutnya adalah membakar. Sebelum proses pembakaran dimulai, biasanya dibuat pembatas api (*fire break*) agar api tidak merambat ke lokasi lain. Penentuan waktu bakar juga penting dengan mempelajari arah dan kecepatan angin. Posisi pembakaran selalu berlawanan dengan arah angin dengan maksud agar semua hasil tebasan dapat terbakar dengan sempurna. Waktu pembakaran biasanya dilakukan sore hari dan dijaga sampai selesai. Waktu yang diperlukan untuk habis terbakar semua hasil tebasan tergantung volume yang dibakar. Apabila ada pohon atau ranting yang besar maka membutuhkan waktu beberapa hari. Proses tebas dan bakar ini merupakan permulaan dari kegiatan perladangan, sehingga sering disebut perladangan tebas bakar.

Kegiatan membakar dianggap sebagai suatu teknologi dalam persiapan lahan yang dianggap cepat untuk membersihkan sisa-sisa pohon, ranting, dan semak yang telah ditebas (Mudita, 2000). Membakar tidak membutuhkan biaya dan tenaga kerja yang besar. Selain itu membakar dianggap menyuburkan tanah, memberantas hama dan penyakit terutama hama siput.

Kegiatan yang penting juga dalam tahapan ini adalah membuat pagar. Ladang di NTT harus dibuat pagar, baik pagar menggunakan batu atau pagar dari kayu yang bertujuan untuk mengamankan tanaman dari gangguan ternak dan sekaligus sebagai pembatas lahan. Pagar dibuat mengelilingi lahan setinggi kurang lebih satu meter. Pagar batu umumnya bertahan lama hanya perlu pemeliharaan menyusun kembali apabila jatuh. Pagar kayu lebih singkat waktu penggunaannya.

Langkah Kedua, apabila waktu tanam sudah tiba, dimana hujan telah turun maka benih yang sudah disiapkan ditanam. Jenis tanaman yang ditanam di ladang adalah jagung (*Zea mays* L.), aneka kacang terutama kacang nasi (*Vigna unguiculata sp*), kacang turis/gude (*Cajanus cajan* L.), labu kuning/waluh (*Cucurbita moschata* Durch), dan ubi kayu (*Manihot esculenta*). Varietas dari tanaman-tanaman tersebut merupakan varietas lokal, atau campuran yang tidak jelas asal usulnya terutama jagung. Benih berasal dari hasil panen musim lalu yang kemudian ditanam secara berulang-ulang.

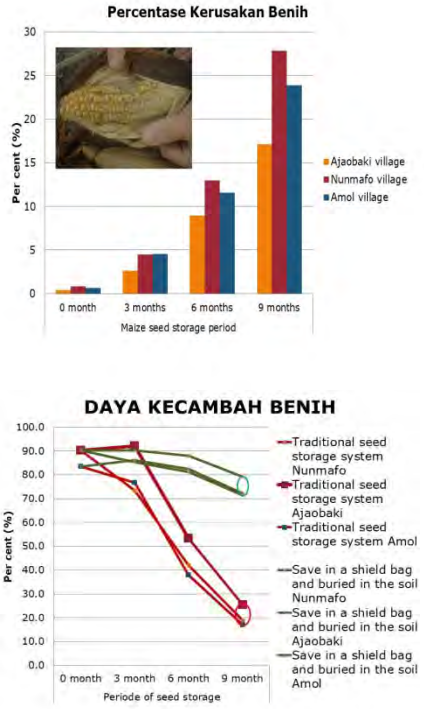
Jarak tanam tidak teratur biasanya 80-100 cm, acak dan tergantung ada bidang tanah untuk ditugal dan dimasukkan benih. Satu lubang tanam dimasukkan beberapa biji jagung (4-5 biji), 3-4 benih kacang nasi, dan pada jarak tertentu pada lubang yang sama dimasukkan 1-2 benih labu kuning. Tumpang sari satu lubang ini oleh orang Timor suku Dawan menyebutnya

Cen (Basuki dan deRosari, 2017). Konstruksi dalam lubang penanaman yaitu adanya tanaman jagung dan kacang nasi memberikan manfaat ketersediaan nitrogen dari adanya kacang nasi sebagai penambat nitrogen. Batang jagung akan menjadi tempat rambatan sulur tanaman kacang nasi, serta bentangan daun labu kuning di atas permukaan tanah menjadi *cover crop* yang berfungsi menekan evaporasi. Labu dan ubi kayu ditanam terpisah, tidak satu lubang dengan tanaman lain disebut *laku* (Basuki dan deRosari, 2017). Struktur penanaman pada ladang dengan sistem tumpang sari ini merupakan gambaran adanya fungsi stabilitas, keberlanjutan, konservasi sumberdaya hayati dan manajemen ketahanan hayati. Pada konstruksi struktural ini ada peluang perbaikan inovasi menuju sistem perladangan yang maju.

Langkah ketiga merupakan tahapan pemeliharaan. Pemeliharaan tanaman di ladang sekurang-kurangnya hanya satu yang utama, yaitu pembersihan gulma. Pembersihan gulma dilakukan secara bergotong royong, bergilir antar anggota kelompok. Pemilik lahan menyiapkan makanan atau masing-masing anggota membawa makanannya sendiri-sendiri, tergantung kesepakatan. Pekerjaan gotong royong secara bergilir di Kabupaten Flores Timur disebut *gemohing*, *sakoceng* di Sikka, *woero* di Ngada, dan *ta'oen* di Timor. Kegiatan pemeliharaan lainnya yaitu pengendalian hama dan penyakit praktis tidak dilakukan. Apabila ada hama atau penyakit umumnya dibiarkan sampai tanaman pulih kembali. Keputusan seperti ini mengemuka pada konsep adaptasi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Apabila daya adaptasi tanaman tersebut rendah maka panen akan terancam.

Langkah keempat merupakan langkah terakhir dalam proses budidaya tanaman di ladang, yaitu panen. Tanaman jagung akan dipanen ketika tongkol telah kering dan bahkan terkulai. Penentuan waktu panen ini perlu diperbaiki karena akibat terlambat pemanenan maka jagung sudah terkontaminasi dengan hama bubuk (*Zitophilus zeamays* L.), sehingga akan menyebabkan kerusakan secara cepat di tahap penyimpanan (Hosang et al., 2015). Setelah dipanen jagung dijemur dengan klobotnya selama beberapa hari untuk menurunkan kadar air. Selanjutnya ada yang langsung diangkut dan disimpan dengan klobot di rumah bulat untuk orang Timor atau didapur atau diikat dibatang pohon (Sumba dan Flores). Proses penyimpanan dengan klobot menurut beberapa penelitian terjadi penurunan kualitas dan kuantitas. Penurunan kualitas ditandai dengan serangan hama bubuk yang cukup tinggi, dimana dalam waktu 3 bulan proses penyerangan sudah mulai dan semakin tinggi tingkat kerusakan seiring perjalanan waktu. Akibat dari serangan ini

menyebabkan volume (kuantitas) dan kualitas jagung menjadi berkurang. Hosang et al. (2012) menampilkan hasil penelitiannya bahwa terjadi penurunan volume jagung yang disimpan serta penurunan daya kecambah benih jagung pada beberapa lokasi dan teknik penyimpanan. Pada tahap ini perlu ada intervensi penanganan pasca panen yang diawali dari penentuan waktu panen dan penanganan selanjutnya.



Gambar 1. Persentasi Kerusakan Jagung dan Daya Kecambah Benih Jagung pada Beberapa Periode Waktu dan Teknik Penyimpanan (Hosang, et al, 2012).

Performa Petani Ladang

Kondisi sosial ekonomi petani yang dimaksud yaitu performa petani ladang tentang pengetahuan akan teknologi, keputusan alokasi sumberdaya termasuk tenaga kerja dalam sistem perladangan, modal usahatani, dan pemasaran.

Sumberdaya manusia petani sebagai pelaku usahatani perladangan umumnya memiliki tingkat pendidikan formal yang rendah, yaitu buta huruf, tidak tamat SD atau tamat SD. Rendahnya tingkat pendidikan ini menyebabkan level pengetahuan dan aplikasi usahatani perladangan juga rendah, hanya mengandalkan pengetahuan warisan tentang usahatani yang digeluti.

Pengetahuan warisan yang dimiliki fokus pada tiga hal, yaitu: (1) tentang praktek tebas bakar, (2) pengetahuan tentang benih lokal da, (3) tentang hama penyakit tanaman.

Terhadap praktek tebas dan bakar sebagai tindakan paling praktis dan menguntungkan dari sisi kesuburan tanah, praktis, singkat, dan murah. Basuki dan Ngongo (2014) mengidentifikasi di tahun pertama produktivitas jagung menurun dari 3,1 ton/ha menjadi 1,1 ton/ha di tahun ketiga.

Produktivitas yang relatif tinggi ditahun pertama karena pengaruh abu hasil pembakaran yang menurunkan pH tanah menjadi netral. Tanah-tanah di wilayah semiarid NTT memiliki pH kemasaman tinggi/alkalis (basal) yaitu 7,3-7,9. Bahkan beberapa studi tentang manfaat pembakaran yang menghasilkan biochar berguna untuk meningkatkan hara tanah, status hara, kemampuan memegang air dan aktivitas mikroba (Mitchel *et al*., 2015). Namun dampak positif dari pembakaran ini hanya bertahan dalam jangka waktu yang pendek. Perlu diterapkan metode atau manajemen usaha perladangan lainnya yang menunjang manfaat dari pembakaran, misalnya membuat teras dan meningkatkan produksi biomasa di lahan ladang dan memanfaatkan untuk dijadikan mulsa dan akan terdekomposisi menjadi kompos.

Pengetahuan tentang benih lokal yang lebih baik karena dianggap sudah beradaptasi dengan lingkungan dibanding benih unggul introduksi sehingga sulit dalam menerima benih unggul, walaupun benih lokal berpotensi hasil rendah. Sementara itu pengetahuan tentang hama dan penyakit tanaman rendah. Tanaman dibiarkan saja ketika ada serangan hama penyakit, karena

diyakini tanaman yang berasal dari benih yang sudah teruji yang ditanam berulang-ulang akan menyesuaikan dan bertahan dari serangan hama dan penyakit.

Hal ihwal lain yang berkaitan dengan pengetahuan warisan yaitu tingkat kepuasan (*utility*) pada aras subsisten, sehingga tidak memotivasi petani untuk mengembangkan usahanya, memperluas skala usaha dan mengusahakan komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Aras subsisten yang dimaksud adalah memproduksi terutama bahan pangan cukup untuk kebutuhan sendiri dan kebutuhan sosial, walau sering tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan sepanjang tahun sejak panen sampai panen berikutnya. Akibat dari memproduksi hanya pada aras subsisten tidk mendorong terbentuknya *marketable surplus* komoditas pangan dari usahatani perladangan. Konsekuensinya kebutuhan pangan rumahtangga tani tidak terpenuhi sepanjang tahun ditambah lagi kebutuhan bahan bukan makanan (non pangan) mengharuskan petani untuk menjual aset yang dimiliki, misalnya ternak atau lainnya.

Dari sisi keputusan memanfaatkan dan mengalokasikan sumberdaya, terutama sumberdaya tenaga kerja, rumahtangga tani umumnya mengalokasikan tenaga kerja yang dimiliki (tenaga kerja keluarga) pada dua kegiatan utama, yaitu kegiatan di bidang pertanian dan kegiatan non pertanian. Hampir semua rumahtangga memiliki dua kegiatan besar tersebut, disamping kerja domestik rumahtangga. Dalam kaitan dengan kegiatan perladangan, rumahtangga mengalokasikan tenaga kerja pada usahatani perladangan, juga kegiatan usahatani lainnya misalnya ternak, sawah, serta kegiatan non pertanian. Beragamnya kegiatan rumahtangga tani, sehingga menyebabkan tenaga kerja yang dialokasikan untuk suatu kegiatan diperhitungkan dengan saksama.

Alokasi tenaga kerja untuk kegiatan perladangan praktis hanya pada musim hujan (daSilva, 2010). Kegiatan di perladangan yang mendapatkan porsi alokasi tenaga kerja terbesar yaitu pada saat kerja tertentu, yaknikegiatan pada tahap persiapan lahan (tebas dan bakar), menanam, menyiang gulma, dan panen. Karena memiliki keterbatasan tenaga kerja dan beragamnya kegiatan, maka salah satu teknik dalam persiapan lahan di usaha perladangan adalah membakar. Membakar dianggap dapat menghemat penggunaan tenaga kerja, biaya, dan waktu.

Dalam hal pemasaran, petani dalam sistem perladangan berciri susbsiten sehingga potensi untuk memasarkan hasil terutama bahan pangan relatif rendah(Ngongo dan Yusuf, 2016). Keputusan menjual produksi pangan (jagung, padi ladang, aneka kacang) apabila terdesak untuk mendapatkan sejumlah uang tunai dalam memenuhi kebutuhan rumahtangga. Petani ladang akan menjual hasil lain misalnya pisang yang ditanam sekeliling kebun atau produksi tanaman lain dan ternak untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Keputusan menjual bahan pangan merupakan keputusan akhir apabila tidak ada alternatif penjualan lainnya.

Dari sisi permodalan petani perladangan mengandalkan modal sendiri, tanpa akses modal eksternal untuk meningkatkan usahanya (daSilva dan Bernard, 2017). Modal sendiri yang dimaksud adalah modal non tunai yang dimiliki, yaitu benih yang disimpan dari hasil panen sebelumnya, tenaga kerja, dan peralatan sederhana lainnya, misalnya tofa, linggis, dan parang. Menggunakan tenaga kerja dari luar apabila untuk melakukan kegiatan tertentu misalnya menanam, menyiang gulma dengan cara kerja bergilir dalam kelompok kerja. Kondisi demikian menunjukkan petani yang menjalankan kegiatan perladangan tidak memiliki akses permodalan.

PENYIAPAN SISTEM PERLADANGAN MENUJU PERTANIAN TRANSISI MAJU

Apapun taraf teknologi yang diaplikasikan pada sistem perladangan oleh petani perladangan, namun fakta dan tantangan pertanian sistem pertanian dalam konteks luas harus menarik dan mendorong pertanian sistem perladangan untuk maju. Ada sekumpulan komunitas masyarakat yang besar, yang karena memiliki keterbatasan sumberdaya pertanian dan lainnya menjatuhkan pilihan pada pengusahaan sistem perladangan yang perlu diperhatikan dan didorong untuk maju. Ada dua hal yang dapat dilakukan agar sistem perladangan dapat bergerak maju menuju pertanian transisi maju yakni: (a) Perbaikan Teknologi Sistem Perladangan, dan (b) Pengelolaan Transformasi Sistem Perladangan Menuju Pertanian Transisi Maju.

Perbaikan Teknologi Sistem Perladangan

Sistem perladangan merupakan suatu sistem dalam pertanian yang mengalami keterlambatan terutama dalam kemajuan penggunaan teknologi, termasuk alat dan mesin pertanian (alsintan). Sistem perladangan dihadapkan pada kondisi marginal baik marginal dari sisi sumberdaya alam, yaitu miskin

hara tanah, solum tanah yang tipis, berlereng cukup tajam dengan jenis tanah yang rawan longsor. Dari sisi efisiensi penggunaan input usahatani diduga cukup efisien karena tidak ada input luar yang dibeli terutama benih, namun dengan tingkat produktivitas input yang rendah. Akibat dari banyaknya kendala dan faktor sumberdaya yang marginal menyebabkan perhatian dan fokus untuk melakukan intervensi yang lebih besar dianggap tidak mendapatkan dampak yang besar. Namun karena banyak masyarakat petani menggantungkan hidupnya pada sistem perladangan, dan keputusan menjalankan sistem perladangan karena minimnya sumberdaya ekonomi lainnya, maka sudah menjadi kewajiban untuk membantu petani pada kelompok ini untuk lebih maju. Penggunaan teknologi maju dianggap perlu untuk dimanfaatkan demi kemajuan pertanian pada sistem ini.

Fakta menunjukkan secara kasat mata, hampir semua lahan kering terutama di lereng dan perbukitan di wilayah NTT merupakan usahatani ladang dengan pola menetap atau masih berpindah dan berotasi. Bentangan lahan kering tersebut akan tampak terlihat penebasan dan pembakaran semak dan pohon untuk membuka lahan baru atau lahan lama yang digunakan lagi setelah ditinggal selesai panen musim lalu. Di lain pihak, sistem pertanian lain telah bergerak maju dan kini akan memasuki pertanian modern dengan teknologi digital yang memiliki tingkat presisi yang tinggi. Sistem perladangan juga harus didorong untuk memasuki tahap yang lebih maju sehingga masyarakat petani yang banyak terlibat dalam sistem tersebut juga mendapatkan manfaat dari kemajuan tersebut.

Jenis perbaikan teknologi pada sistem perladangan adalah inovasi yang berpeluang digunakan pada tiap tahapan pelaksanaan usahatani. Berikut disajikan inovasi teknologi pertanian yang berpeluang untuk diterapkan di usahatani perladangan.

Tahap Persiapan Lahan

Petani pada tahap persiapan lahan menggunakan teknologi sederhana dalam menyiapkan lahan untuk ditanami. Prosedur tebas bakar merupakan tahapan awal kemudian membuat pagar dan langsung menanam apabila telah turun hujan.

Beberapa inovasi yang berpeluang diterapkan pada tahap ini adalah:

a. Perluasan bidang olah untuk penanaman. Posisi lahan umumnya berada di lereng dan penggunaan lahan pola tradisional umumnya tidak memperhatikan aspek konservasi tanah, sehingga terjadi run off dan erosi ketika hujan cukup banyak. Luas bidang olahuntuk penanaman relatif sempit, hanya 2-3 meter lebar bidang olah dan semakin sempit apabila semakin miring lahan tersebut. Inovasi yang dapat dilakukan adalah memperluas bidang olah sehingga semakin lebar. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan excavator. Kegunaan dari bidang olah penanaman yang semakin lebar adalah: (a) menekan laju *run off* dan erosi, (b) meningkatkan jumlah populasi tanaman, dan (c) meningkatkan kenyamanan dan keamanan kerja bagi petani. Ketepatan memotong lereng untuk memperluas bidang olah penanaman dapat dilakukan dengan perhitungan teknik sipil yang akurat. Introduksi teknologi modern dalam penataan bidang olah penanaman menjadi hal penting bagi petani sistem perladangan.

b. Pembuatan teras. Pada sistem perladangan tradisional tidak ada teras walau berada pada lahan miring, kalaupun ada tetapi seadanya saja yang terbuat dari susunan batu-batu, kayu dan dahan kering dan jarang menggunakan tanaman sebagai penguat teras. Teras umumnya ditemui pada usahatani ladang menetap (permanen), yang dinamai secara lokal, misalnya kebekolo di Ende, blepeng dan brepe di Sikka dan Flores Timur (Dariah dan Basuki, 2008; deRosari dan Basuki, 2016). Untuk memperkuat teras maka dianjurkan menggunakan tanaman penguat teras misalnya lamtoro atau tanaman pakan lain. Selain berfungsi sebagai penguat teras, lamtoro atau tanaman pakan lain berfungsi sebagai sumber pakan bagi ternak. Introduksi teknologi pembuatan teras dengan teknik dan perhitungan yang baik akan berdampak pada: (a) menurunnya laju run off dan erosi, (b) menekan kehilangan top soil yang mengandung hara, (c) produktivitas dan produksi tanaman akan meningkat.

ICRAF (*International Centre for Research in Agroforestry* / World Agroforestry Centre) yang berpusat di Nairobi, Kenya telah memodifikasi beberapa pola tradisional pertanian masyarakat di Afrika, misalnya dengan memodifikasi

konstruksi tradisional "Fanya juu" dengan memperluas kedalaman dan lebar konstruksi peresapan untuk memperbanyak infiltrasi air hujan yang kemudian ditanam berbagai tanaman seperti pisang dan pepaya.

Teknik ini telah banyak diadopsi di Distrik Machakos dan Kitui di Kenya serta di wilayah selatan Uganda. Di Sudan Timur diberi modifikasi lagi sehingga memanen air hujan di teras yang telah diberi gundukan tanah di dinding teras yang bertujuan untuk menyumbat air sampai ke kedalaman sekitar 50 cm, kemudian dilahan atas sumbatan ditanam sorghum. Hal yang mirip dilakukan di wilayah Arusha di Tanzania yang disebut "Fanya chini" yang dicirikan tanah yang dibuat gundukan ke arah bawah (Malesu et al., 2007).

Tahap Penanaman dan Pemeliharaan

Konstruksi penanaman dengan pola "Cen" dan "Laku" dianggap baik karena memberikan beberapa keuntungan, yaitu adanya saling menguntungkan antar tanaman dalam Cen dan Laku dan sudah dianggap sebagai kearifan lokal dalam tahap penanaman. Hal-hal yang berpeluang untuk diperbaiki adalah:

a. Mengganti varietas. Varietas lokal terutama jagung yang digunakan berulang-ulang perlu diganti dengan VUB yang memiliki produktivitas dan produksi yang tinggi. Jagung dianggap penting,dengan mengganti varietas lama dengan VUB karena jagung merupakan komoditas utama penyusun pola perladangan sekaligus merupakan bahan pangan utama dalam sistem pangan rumahtangga tani. Varietas jagung yang dianggap dapat beradaptasi baik untuk lahan kering NTT saat ini adalah jagung komposit varietas Lamuru. Peningkatan produksi akan memperkuat ketahanan pangan keluarga tani terutama petani ladang.

b. Teknik olah lubang tanam. Salah satu teknik untuk meningkatkan performa agronomis jagung di lahan ladang dan terbukti dapat meningkatkan produktivitas dan produksi adalah teknik olah lubang. Dibuat lubang dengan ukuran panjang dan lebar 40 cm x 40 cm dan dalam 40 cm, diisi kompos atau pupuk kandang dicampur tanah (3:1) kemudian pada lubang tersebut ditanam benih jagung pada tiap sudutnya masing-masing satu biji dan tetap ditanam secara bersamakacang nasi dan labu. Teknik olah lubang ini akan memberikan manfaat berupa: (a) media tanam semakin baik sehingga tanaman dapat

tumbuh optimal, (b) petani menyiapkan lubang tanam hanya sekali dan dapat digunakan berulang-ulang selama beberapa tahun, (c) limbah panen berupa jerami jagung dan lainnya dimasukkan kembali kedalam lubang dan akan menjadi kompos.

ICRAF juga telah melakukan uji coba dengan menggunakan konsep pengolahan tanah konservasi dan pengolahan tanah minimum. Maksud dari pengolahan tanah konservasi adalah memaksimalkan infiltrasi dan produktivitas tanah dengan meminimalkan kehilangan air yang biasanya melalui penguapan dan limpasan permukaan. Di Dodoma, Kitui, dan Machakos di Tanzania diterapkan budidaya parit dimana parit dangkal digali kemudian diisi dengan bahan organik kemudian ditutup dengan tanah membentuk punggung bukit dan disitu tanaman ditanam. Menempatkan bahan organik dibagian bawah dari model punggung bukti ini akan meningkatkan kesuburan tanah dan kapasitas menahan air (Malesu et al. 2007).

Salah satu hasil kajian ICRAF yang juga memiliki prospek untuk diterapkan di wilayah semiarid NTT, adalah upaya meningkatkan produktivitas air dengan memanfaatkan air secara tepat yaitu meningkatkan kontak antara air dan akar yang disebut sebagai precision irrigation sehingga meningkatkan transpirasi, mengurangi penguapan dan perkolasi, disamping itu terjadi kontrol yang lebih baik atas waktu aplikasi terutama di musim kemarau. Model ini telah diterapkan di Yordania dan berhasil meningkatkan produksi gandum tadah hujan meningkat dari 0,33 kg/m^3 menjadi 3 kg/m^3 (Malesu et al., 2007).

Kegiatan pemeliharaan lainnya tetap dilakukan yaitu pengendalian gulma, penanganan hama dan penyakit. Pengendalian gulma secara tradisional dilakukan dengan membersihkan rumput menggunakan "tofa" sehingga membutuhkan tenaga kerja dan waktu yang cukup banyak. Introduksi teknik mengendalikan gulma dengan menggunakan mesin potong rumput atau herbisida pra dan pasca tumbuh akan membantu menekan gulma dan menghemat tenaga kerja. Kegiatan lainnya dalam tahap pemeliharaan yaitu mengendalikan hama dan penyakit. Pada pola perladangan tradisional petani jarang melakukan tindakan pengendalian hama dan penyakit. Pengamatan pada sistem perladangan memang jarang adanya serangan hama dan penyakit yang menyebabkan gagal panen. Gangguan yang sering dialami adalah kekeringan, angin kencang, gangguan hewan liar (babi hutan, tikus, kera) dan ternak piaraan (sapi, babi, kambing).

Informasi Penentuan Waktu Tanam. Salah satu sumber kegagalan usaha perladangan adalah menentukan waktu tanam yang tepat. Petani sering harus menanam beberapa kali karena setelah ditanam, hujan tidak turun. Akibatnya kadang petani kehabisan benih dan tidak menanam pada musim itu. Dengan teknik menentukan kapan masuk musim hujan dan petani dapat menanam merupakan tindakan yang baik dalam membantu petani membuat keputusan menanam. Inovasi penyebarluasan informasi curah hujan dan waktu tanam sangat diperlukan. Berbagai media dapat digunakan terutama saat ini media sosial, berita radio dan lainnya. Penyampaian informasi ini secara cepat dan akurat akan membantu petani.

Adaptasi Model CLS dan Tumpang Sari Konservasi. Salah satu upaya agar tidak terjadi perladangan berpindah (jika masih ada lahan) dengan frekuensi yang pendek, yaitu mengadaptasikan model pertanian *Crop Livestock Sistem* (CLS). Petani yang memiliki ternak terutama sapi akan memilih menetap pada lahan yang sama, apalagi pada lahan tersebut sudah ditanami tanaman pakan baik sebagai penguat teras, *hedge row* maupun *cover crop*.

Disamping itu model ini memiliki beberapa keunggulan, misalnya produksi limbah pakan dan kotoran ternak menjadi kompos yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Adaptasi kedua memasukkan model tumpang sari yakni tumpang sari bergilir dengan tanaman legum herba (Gambar 2).

Gambar 2. (a) Penampilan tanaman jagung sistem tanam lubang permanen tumpang sari dengan tanaman *Clitoria ternatea*masa pertumbuhan vegetatif (*foto: Bernard deRosari*), dan (b) perkembangan clitoria setelah panen jagung (*foto: D. Kanahau*)

Tekniknya adalah setelah panen jagung, kacang nasi, labu kuning, dan dengan memanfaatkan sisa kelembaban di awal musim kemarau dapat ditanam jenis herba legum misalnya *Clitoria ternatea* yang berfungsi ganda, yaitu sebagai *cover crop*, limbahnya sebagai kompos setelah panen, dan karena tergolong tanaman legum maka memiliki fungsi menambatkan Nitrogen dari udara bebas karena ada Rhizobiumnya.

Pada lahan ladang yang sudah diintrodusir pola tumpang sari bergilir ini akan membentuk suatu pola konservasi tanah, meningkatkan hara tanah, dan kualitas fisik tanah. Syarat agar manfaat tumpang sari bergilir ini berdampak pada sistem perladangan adalah tidak adanya kegiatan pembakaran sisa panen, baik panen tanaman pangan dan aneka kacang maupun legum herba.

Pola tanam olah jalur ini dapat ditingkatkan produktivitasnya dengan cara melakukan pergantian titik penanaman antar musim. Misalnya pada musim pertama pada guludan ditanam tanaman pangan (jagung) dan di lembah ditanam tanaman legum, setelah itu pada musim kedua tempat bekas tanaman pangan ditanam tanaman legum dan di tempat legum pada musim pertama ditanam tanaman pangan, seterusnya dilakukan pola bergantian (Gambar 3).

Gambar 3. Pola tanam olah jalur bergantian antara tanaman pangan (jagung) dengan legum (pangan maupun pakan) *Sumber: Malesu et al. (2007).*

Tahap Panen dan Pascapanen

Tahap panen merupakan tahapan penting dalam sistem perladangan. Tiap-tiap komoditas penyusun pola tanam dalam sistem perladangan memiliki waktu panen yang berbeda. Tanaman yang dipanen terdahulu adalah labu kuning yaitu diambil pucuk dan buah muda untuk sayur. Kemudian diikuti

panen jagung dan kacang nasi. Khusus jagung petani sering melakukan pemanenan ketika jagung telah kering sekali ditandai dengan menguning semua klobot daun bahkan sampai terkulai tongkolnya. Hosang (2004) menjelaskan jagung yang dipanen terlambat menyebabkan telah terjadi invasi hama dengan meletakkan telur ke dalam biji jagung, telur tersebut akan menetas dan berkembang menjadi dewasa dan akan merusak biji jagung. Kerusakan akibat hama gudang disinyalir mencapai 60% (Hosang et al., 2012; 2015).

Kerusakan yang tinggi ini dapat ditekan dengan cara:

(a) Menentukan waktu panen yang tepat. Penentuan waktu panen yang tepat akan menekan peluang invasi telur hama gudang. Teknik menentukan waktu panen jagung setelah masak fisiologis menjadi penting untuk menjamin tidak ada invasi telur oleh hama gudang. Kerusakan yang akan ditimbulkan sangat besar, sehingga dengan menerapkan teknologi penentuan waktu panen yang tepat akan membantu menjaga ketersediaan pangan (jagung) bagi petani.

(b) Cara panen yang modern. Menggunakan *corn combine harvester* akan membantu dalam proses panen. Selain waktunya cepat dan petani akan memperoleh jagung dalam bentuk biji sehingga akan hemat dalam menggunakan tenaga untuk memipil, juga menekan kerusakan oleh hama gudang.

(c) Cara penyimpanan yang aman. Setelah jagung dipanen dan tersedia dalam bentuk biji (pipilan) maka dapat disimpan dengan cara yang lebih aman. Teknologi penyimpanan seperti menggunakan plastik dan disimpan dalam tanah atau menggunakan "silo jinjing" menjadi salah satu alternatif disamping menggunakan jerigen(Hosang et al., 2012). Hosang et al. (2015) menyatakan jagung yang disimpan dalam silo jinjing memiliki daya simpan yang lebih tinggi sampai satu tahun dibanding dengan cara konvensional petani menyimpan dengan klobot, digantung dan diasap.

Inovasi yang disampaikan di atas dari persiapan lahan, penanaman dan pemeliharaan, sampai panen dan pascapanen merupakan tahapan prakondisi atau suatu situasi transisi, untuk mempersiapkan petani yang terlibat dalam sistem perladangan menuju pertanian yang maju.

Transformasi Sistem Perladangan Menuju Pertanian Transisi Maju

Petani yang bergelut dalam usahatani sistem perladangan lahan kering iklim kering NTT dicirikan oleh keterbatasan fisik lahan, yaitu mengusahakan pada lahan yang relatif marginal, dalam artian tingkat kesuburan yang rendah, berada pada lereng dan perbukitan sehingga rentan terhadap run off dan erosi, topografi yang miring sehingga menyulitkan dalam memperluas skala usaha. Disamping keterbatasan fisik, usaha perladangan tersebut terkendala pada sifat klimat yaitu musim hujan yang singkat hanya tiga bulan, dan sifat hujan yang eratik. Sifat hujan yang eratik berpotensi terjadinya run off dan erosi yang mengakibatkan terkikisnya top soil serta berdampak pada degradasi kualitas kesuburan tanah. Selain keterbatasan faktor fisik daniklim khususnya curah hujan, petani perladangan juga memiliki tingkat pengetahuan dan keterampilan yang relatif rendah dalam menerapkan teknologi baru. Mereka menjalani usahatani perladangan berdasarkan pengetahuan yang diwariskan dari generasi ke generasi.

Walau berada pada kondisi seperti disebutkan di atas, banyak petani dan keluarga tani menggeluti usaha ini karena tidak ada pilihan sumberdaya lahan lain yang lebih baik untuk mereka usahakan. Golongan sistem pertanian perladangan ini masuk kategori pertanian rakyat. Pertanian rakyat yang dilingkupi dengan berbagai aspek penunjang untuk keberlangsungan usahatani yang marginal, oleh Pasandaran dan Syakir (2018) dikatakan sebagai pertanian yang sangat rentan terhadap pengaruh aspek-aspek ekosistem, ketersediaan teknologi, dan aspek ekonomi permodalan dan sosial.

Simatupang (2018) menjelaskan bahwa rumahtangga miskin umumnya terdapat pada pertanian tanaman pangan dan kehutanan. Dikatakan bahwa, rumahtangga tani umumnya melakukan kegiatan ganda (pluralactivity). Tujuannya untuk meningkatkan besaran dan stabilitas pendapatan rumah tangga. Prevalensi kemiskinan tertinggi adalah Rumah Tangga Usaha Pertanian (RTUP) yang pendapatan utamanya dari sub sektor kehutanan dan tanaman pangan. Sedangkan prevalensi kemiskinan terendah pada RTUP yang pendapatan utamanya dari sub sektor hortikultura dan perkebunan. Sehingga jelas pada usahatani sistem perladangan dengan komoditas utamanya jagung, aneka kacang dan ubi kayu memiliki kerentanan ekonomi yang berdampak pada prevalensi kemiskinan yang tinggi.

Apa yang harus dilakukan sehingga pertanian dengan sistem perladangan yang banyak dijumpai dan dilakukan oleh petani di NTT meningkat taraf hidup dan kesejahteraannya. Pasandaran, et al. (2018) menyarankan bahwa diperlukan penguatan kapasitasnya. Penguatan kapasitas pertanian rakyat memerlukan serangkaian tindakan transformasi sosial dan ekonomi yang mampu mendorong petani untuk mengubah mindset, perilaku, dan orientasi usahatani yang berorientasi pada perwujudan ketangguhan ekonomi, sosial, dan ekologi. Bagaimana mewujudkan itu ? untuk mewujudkannya diperlukan beberapa proses, memerlukan waktu dan dilakukan berulang-ulang (learning process iteratif) sehingga bergerak menuju suatu perubahan yang lebih baik, mencapai equilibrium yang lebih tinggi yang dalam tahap ini dikategorikan sebagai masa transisi menuju era pertanian yang maju (Haryono, 2018; Pasandaran et al., 2018).

Untuk mencapai masyarakat petani sistem perladangan yang berada pada posisi transisi, maka diperlukan strategi jangka pendek dan jangka menengah-panjang. Strategi jangka pendek adalah jenis kegiatan fisik dan kebijakan yang dapat dilakukan untuk menerapkan teknologi perbaikan yang dianjurkan dalam jangka waktu satu sampai tiga tahun. Strategi jangka menengah-panjang adalah jenis kegiatan fisik dan kebijakan yang dilakukan agar teknologi dapat diterapkan dalam jangka menengah dan panjang (5-10 tahun).

Strategi jangka pendek yang dapat dilakukan dalam rangka menjadikan kegiatan perladangan sebagai kegiatan usahatani yang permanen, maka hal yang dapat dilakukan dalam praktek usahataninya adalah (1) penanaman tanaman penguat teras terutama pada lahan miring, (2) tanam menyilang lereng atau memotong kountur untuk memperlemah kecepatan aliran permukaan (run off), (3) pergiliran tanaman semusim menggunakan benih VUB dengan tetap menerapkan plural komoditas untuk menjaga besaran dan stabilitas pendapatan. Plural komoditas dapat dilakukan dengan mengkombinaskan tanaman legum herba untuk pakan misalnya dengan tanaman clitoria juga berfungsi sebagai *cover crop*, (4) pembuatan lubang tanam permanen dengan memasukan mulsa dan pupuk kandang untuk menjaga kualitas kesuburan tanah, (5) pengolahan tanah menyilang lereng atau kountur, (6) panen dan penanganan pascapanen yang baik, yaitu menentukan waktu panen secara tepat untuk menekan masuknya hama ke dalam biji jagung, menerapkan secara baik langkah-langkah pascapanen yaitu

penjemuran untuk menurunkan kadar air yang aman untuk disimpan, serta disimpan pada wadah yang aman yaitu jerigen atau silo jinjing untuk menekan kerusakan yang disebabkan serangan hama gudang *Sytophilus zeamays* L.

Strategi jangka menengah dan panjang dilakukan melalui: (1) kegiatan fisik dengan memperluas muka tanam dan bangunan konservasi serta menanam tanaman tahunan, dan (2) dukungan kebijakan terutama infrastruktur, teknologi dan peningkatan sumberdaya manusia dalam rangka meningkatkan produktivitas usaha perladangan dan tingkat kesejahteraan petani perladangan.

PENUTUP

Praktek usahatani sistem perladangan di wilayah kering NTT, masih tradisional hanya mengandalkan pengetahuan secara turun temurun, belum banyak menerima sentuhan teknologi. Akibatnya produktivitas usahatani rendah dan tingkat kesejahteraan petani perladangan relatif rendah. Dalam era kemajuan teknologi pertanian dewasa ini diperlukan upaya transformasi sistem perladangan kepada suatu tataran transisi menuju pertanian maju.

Terdapat dua upaya transformasi sistem perladangan agar mencapai tataran transisi maju: *Pertama*, perbaikan teknologi sistem perladangan, dan penerapan transformasi sistem perladangan menuju pertanian transisi maju melalui tiga tahapan besar dalam siklus produksi tanaman, yaitu persiapan, penanaman dan pemeliharaan, serta tahap panen dan pascapanen. *Kedua,* penerapan transformasi sistem perladangan melalui tindakan perbaikan dalam jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Ataupah, H. 2000. Fire, Traditional Knowledge and Cultural Perspectives in Nusa Tenggara Timur. In: Fire and Sustainable Agricultural dan Forestry Development in eastern Indonesia and Northern Australia. J. Russel-Smith, G. Hill, S. Djoeroemana, & B. Myers (Eds.). ACIAR Proceedings No. 92: 69-72.

Basuki, T., dan B. de Rosari, 2017. Pemanfaatan Kearifan Lokal dan Teknologi Pertanian Mendukung Pembangunan Pertanian Wilayah. Dalam: Pembangunan Pertanian Wilayah Berbasis Kearifan Lokal dan Kemitraan. Effendi Pasandaran, M. Syakir Rusman Heriawan, dan M. Prama Yufdy (Eds). Jakarta (ID): IAARD Press.hlm. 63-88.

Basuki, T., dan Y. Ngongo. 2014. Agroecological Zone Skala Semi Detil, Kabupaten Timor Tengah Utara. Laporan Kegiatan. Kupang (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Conway, G.R., 1993. Sustainable agriculture: The trade-off with productivity, stability, and equitability. In: Economics and Ecology: New Frontiers and Sustainable Development. pp. 46-65. E.B. Barbier (Ed). New York City, NY (US): Chapman & Hall.

D'Antonio, C.M., and P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. Ann. Rev. Ecol. Systematics. 23:63-87.

Dariah, A., dan T. Basuki. 2008. Kebekolo di NTT : Kearifan Lokal dalam Konservasi Tanah. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 30 (2).

daSilva, H. 2010. Pengaruh Faktor Sosial dan Ekonomi terhadap KeputusanPetani dalam Mengadopsi Teknologi Konservasi Lahan Pertanian di Zona Agroekosistem Lahan kering Dataran Tinggi Iklim Kering. [Thesis]. Kupang (ID): Pogram Pasca Sarjana , Undana.

daSilva, H., dan Bernard deRosari. 2017. Dukungan Inovasi Teknologi Jagung dan Kelembagaan Menunjang Swasembada Pangan di Ekoregional Lahan Kering Nusa Tenggara Timur. Dalam: Pembangunan Pertanian Wilayah Berbasis Kearifan Lokal dan Kemitraan. Effendi Pasandaran, M. Syakir Rusman Heriawan, dan M. Prama Yufdy (Ed). Jakarta (ID): IAARD Press.hlm. 321-338.

deRosari, Bernard., dan Tony Basuki, 2016. Tata Kelola Lahan Kering di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dalam Buku: Sumber Daya Lahan dan Air: Prospek Pengembangan dan Pengelolaan. Effendi Pasandaran, Rusman Heriawan, dan M. Syakir (Ed). Jakarta (ID): IAARD Press.hlm. 30-53.

Freifelder, M.M., P.M. Vitousek, dan C.M. D'Antonio. 1998. Microclimate change and the effect on the following forest-grass conversion in seasonal dry tropical woodland. Biotropica. 30:286-297.

Haryono. 2018. Pertanian di Era Industri 4.0. Memahami dan Menyusun Strategi Adaptasi dan Transformasi. FGD Pertanian di Era Industri 4.0. Jakarta (ID): Biro Perencanaan, Setjen Kementan. ppt 72 slide.

Hosang, E. Y. 2004. Pola Pertanaman Ladang Rendah Risiko dan Pengaruhnya Terhadap Komponen Geofisik dan Sosial Ekonomi di Daerah Tangkapan Air Bendungan Tilong. [Thesis]. Kupang (ID): Program Pascasarjana, Universitas Nusa Cendana.

Hosang, E.Y., M.W. Sutherland, N.P. Dalgliesh, and J.P.M. Whish. 2012. An alternative storage technique for maintaining maize seed quality in West Timor. The Regional Institute An alternative storage technique for maintaining maize seed quality in West Timor. http://www.regional .org.au/au/asa/2012 /cropproduction/7992_hosangey .htm

Hosang, E.Y., T. Basuki, K. Hanggongu, dan A. Pohan.2015. Evaluasi Diversitas Spesies Tanaman Pada Lahan Ladang Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Untuk Mendukung Ketahanan Pangan: Studi kasus Kabupaten Belu, Malaka, Timor Tengah Utara, Timor Tengah Selatan dan Kupang. Prosiding Seminar Nasional Pertanian. Kupang (ID): Lembaga Penelitian Universitas Nusa Cendana. hlm. 25-39.

López-Ridaura, S., O. Masera, and M. Astier. 2000. Evaluating the sustainability of integrated peasantry systems. The MESMIS Framework. ILEIA Newsletter. December 2000:28 – 30.

Malesu, M. Maimbo., Alex R. Oduor, and Orodi J. Odhiambo, 2007. Green Water Management Handbook. Rainwater Harvesting for Agricultural Production and Ecological Sustainability. Published bySearNet Secretariat, The World Agroforestry Centre, ICRAF House, United Nations. Avenue, Gigiri. P.O. Box 30677 – 0000, Nairobi, Kenya.

McWilliam, A. 2000. Fire and Cultural Burning in Nusa Tenggara Timur: Some Implications of Fire Management Practices for Indonesian Government Policy. In: Fire and Sustainable Agricultural dan Forestry Development in Eastern Indonesia and Northern Australia. J. Russel-Smith, G. Hill, S. Djoeroemana, & B. Myers (eds.). ACIAR Proceedings No. 92: 80-85.

Mitchell, P.J., A.J. Simpson, R. Soong, M.J. Simpson. 2015. Shifts in microbial community and waterextractable organic matter composition with biochar amendment in a temperate forestsoil.SoilBiol.Biochem.81,244–254.doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.11.017.

Monk, K. A., Y. de Fretes, and G. Reksodihardjo-Lilley. 1997. The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku (Vol. The Ecology of Indonesia Series). Hong Kong: Periplus.

Mudita, I.W. 2000. Fire and the Management of Agricultural System in East Nusa Tenggara Timur. In: Fire and Sustainable Agricultural dan Forestry Development in eastern Indonesia and Northern Australia. J. Russel-Smith, G. Hill, S. Djoeroemana, & B. Myers (eds.). ACIAR Proceedings No. 92: 56-61.

Mudita, I. W. 2008. Identification of Citrus Biosecurity Issues in the Higlands of West Timor. Paper Presented at 2008 Project Evaluation and Planning Workshop held in Tabanan, Bali, October 2008.

Mudita, I. W. 2009. Community and Government Discrepancy in Perceiving Citrus Biosecurity Issues. Paper Presented at 2009 Project Evaluation and Planning Workshop held in Tabanan, Bali, on 24-25 February 2009.

Ngongo, Y., dan Yusuf. 2016. Kearifan Pertanian Pangan Lokal di Propinsi Nusa Tenggara Timur. Dalam: Pasandaran et al. (Eds.). Pangan Lokal: Budaya, Potensi dan Prospek Pengembangan. Jakarta (ID): IAARD Press.

Pasandaran, E., dan Muhammad Syakir, 2018. Kebijakan dan Komitmen Politik Memperkuat Kemampuan Pertanian Rakyat Menuju Kesejahteraan Petani.Dalam Buku: Sinergi Inovasi Kebijakan dan Teknologi Menuju Kesejahteraan Petani. Effendi Pasandaran, M. Syakir, dan M. Prama Yufdy (Eds). Jakarta (ID): IAARD Press.hlm. 87-116.

Pasandaran, E., M. Syakir, dan M. Prama Yufdy. 2018. Sinergi Inovasi Memperkuat Pertanian Rakyat Berbasis Tanaman Perkebunan dan Rempah-Rempah. Pengantar Editor. Dalam Buku: Sinergi Inovasi Memperkuat Pertanian Rakyat Berbasis Tanaman Perkebunan dan Rempah-Rempah. Effendi Pasandaran, M. Syakir, dan M. Prama Yufdy (Eds). Jakarta (ID): IAARD Press.

Pollini, J. 2007. Slash-and-Burn Cultivation and Deforestation in the Malagasy Rain Forests: Representations and Realities. PhD Dissertation. Cornell University, Ithaca. Available at http://www.people.cornell.edu/pages/jp267/.

Pollini, J. 2009. Agroforestry and the search for alternative to slash-and-burn cultivation: From technological optimism to a political economy of deforestation. Agriculture, Ecosystem, and Environment. 133:48-60.

Simatupang, Pantjar. 2018. Arah Kebijakan Mendorong Peningkatan Kesejahteraan Petani. Dalam: Sinergi Inovasi Kebijakan dan Teknologi Menuju Kesejahteraan Petani. Effendi Pasandaran, M. Syakir, dan M. Prama Yufdy (Eds). Jakarta (ID): IAARD Press.hlm. 9-41.

Revolusi Pertanian Modern Era Industri 4.0 Berbasis Kawasan Sentra Produksi Wilayah Kepulauan

Izaac T. Matitaputty dan Procula R. Matitaputty

Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelagic state*) dengan luas lautan sekitar 6,3 juta km^2, luas daratan 1,9 juta km^2, panjang garis pantai 99,1 ribu kilometer dengan jumlah pulau sebanyak 14,6 ribu buah, baik besar maupun kecil. Karateristik pulau yang berbeda satu dengan lainnya menjadi kekuatan atau peluang bagi negara kita untuk mandiri dan memiliki ketahanan pangan yang beragam sebagai kekuatan pertanian modern dengan kearifan lokal yang berbeda. Kearifan lokal yang beraneka memerlukan kebijakan yang terfokus pada Kawasan Sentra Produksi (KSP) sebagai *prime mover* pengembangan pertanian modern.

Pengelolaan sumber daya alam tanpa didukung perencanaan dan kebijakan yang tepat secara menyeluruh dapat menyebabkan kerusakan sumberdaya alam. Pengelolaan sumberdaya alam harus memperhatikan kearifan lokal mengikutsertakan masyarakat setempat Disamping kearifan lokal juga diperlukan pengembangan kemampuan sumberdaya manusia dalam memanfaatkan teknologi dan inovasi kelembagaan.

Sebagai negara kepulauan Indonesia perlu mengembangkan pertanian modern di era 4.0 agar mampu mengembangkan KSP sehingga tercipta keanekaragaman produksi pertanian yang tidak dimiliki negara lain. Pengembangan KSP di dukung SDA yang heterogen, SDM yang unggul akan mendorong pembangunan Indonesia mandiri dan memiliki ketahanan pangan serta akan mampu bersaing dengan negara lainnya di era industri 4.0.

Revolusi Pertanian

Revolusi pertanian dimulai dari keberadaan manusia di dunia, dan untuk menjaga keberadaannya sebagai mahluk hidup yang mendiami bumi manusia harus mampu bersaing dan menjaga ketersediaan pangannya. Untuk mempertahankan hidupnya maka manusia Indonesia harus senantiasa bersifat inovatif. Dengan demikian manusia Indonesia perlu meningkatkan kemampuan dengan memperhatikan asas keseimbangan dan keselarasan agar pembangunan pertanian berlangsung secara berlanjut. Pengembangan sektor pertanian tradisional menuju pertanian modern memerlukan masa transisi yang ditopang oleh kemampuan sumberdaya manusia terutama generasi milenial.

Sejak memasuki abad ke-21 ada kecenderungan terjadi perubahan paradigm terjutama dari pihak pemerintah yaitu pemanfaatan mekanisasi pertanian dalam skala luas. Revolusi pertanian bergerak dengan cepat, penemuan-penemuan inovatif perlu didukung oleh pengembangan kelembagaan yang memungkinkan inovasi tersebut dapat dilaksanakan dilapangan.

Sejalan dengan perkembangan revolusi pertanian menuju pertanian modern perlu diadakan reorientasi visi dan misi pembanguan dangan memperhatikan kemampuan sumberdaya manusia dan keadaan sumberdaya alam yang tersedia juga minat berbagai pihak untuk berperan dalam pembangunan pertanian baik lembaga swadaya masyarakat maupun swasta. Pemerintah perlu memperhatikan kepentingan investor tanpa mengabaikan asas kemitraan yang didasarkan atas prinsip keseimbangan dan keselarasan Regulasi pertanian yang ditetapkan pemerintah lebih berorientasi pada pengembangan pertanian wilayah daratan dan belum memperhatikan pendekatan menyeluruh dan terpadu antara daratan dan laut berdasarkan pendekatan pembangunan gugus gugus pulau.

Beberapa negara yang sangat maju teknologi pertaniannya seperti; Australia, Amerika serikat, Belanda, China. Israel dan Jepang adalah negara-negara yang memiliki sistem pertanian dan pengolahan hasil terbaik di dunia. Indonesia yang dari dahulu kala dikenal sebagai negara agraris, memiliki potensi sumberdaya alam dan iklim yang cocok untuk sektor pertanian seharusnya mampu menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara dengan sistem pertanian dan pengolahan hasil juga pemasaran terbaik di dunia.

Menurut Saragih (2014), kebijakan pembangunan wilayah kepulauan sesuai kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi pilihan akibat lemahnya kebijakan pemerintah maupun daerah. Pemanfaatan sumber daya suatu wilayah pada pertanian modern revolusi industri 4.0 sangat dipengaruhi oleh keterlibatan pemerintah, dunia usaha, masyarakat lokal dan kelembagaan petani, mitra dan lainnya. Glasson (1978), berpendapat bahwa wilayah saling berkaitan antara kemampuan ketersediaan infrastruktur dengan berkembangnya suatu wilayah. Pengembangan wilayah dapat dikatakan maju atau lambat tentunya didukung oleh sektor-sektor unggulan yang berbasis pada karakteristik wilayah kepulauan dalam suatu Kawasan Sentra Produksi (KSP) yang didukung oleh ketersediaan infrastruktur.

Berakhirnya Era Pertanian Tradisional dan Transisi Menuju Pertanian Modern

Diperlukan keberpihakan kepada petani untuk secara bertahap mengakhiri pertanian tradisional menuju pada pertanian mpodern. Ketika manusia tidak mampu menjaga dan mempertahankan hidupnya maka era pertanian modern akan tetap menjadi pertanian tradisional. Perkembangan zaman terus bergerak maju dan manusia akhirnya mengikuti perkembangan atau perubahan zaman. (Soetrisno, 1999).

Perkembangan pertanian primitif menuju pertanian modern merupakan upaya yang berlangsung terus sesuai dengan rtahap tahap perkembangan dimulai dengan upaya penyiapan masa transisi dengan memperkuat kelembagaan yang mendukung (*enabling institutional environment*).

Pertanian modern sering disebut dengan pertanian progresif dan inovatif dengan ciri penggunaan tenaga fisik sudah mulai ditinggalkan menjadi penggunaan kemampuan sumberdaya manusia yang berbasis pada teknologi. Pertanian modern telah meninggalkan proses produksi seperti berburu atau mengumpul dan langsung dimakan. Pertanian modern sudah berada pada usaha pertanian yang teratur dan terkontrol bukan asal ambil saja, pertanian modern sudah berteknologi dengan skill yang tinggi bukan lagi berbasis pada kekuatan fisik semata dan jumlah tenaga kerja yang banyak. Pertanian modern harus berbasis pada asset lokal yang tepat sesuai karakter wilayahnya serta secara bertahap melakukan reorientasi kearifan lokal menuju pertanian modern.

Pertanian modern di era industri 4.0 baik dari aspek ekonomi, sosial dan lingkungan harus saling terkoneksi. Dari aspek ekonomi pertanian modern di era industri 4.0 harus memiliki efisiensi biaya, kesempatan kerja dan aktivitas ekonomi berbasis pada SDM yang memiliki skill tinggi, produktivitas yang berkelanjutan, penggunaan sumberdaya alam yang terkontrol dan efisien, mampu menjamin keterjangkauan daya beli masyarakat, sedapat mungkin kebijakan satu harga untuk seluruh wilayah Indonesia baik di pulau-pulau terluar dan perbatasan. Dari aspek Sosial pertanian modern era industri 4.0 mampu menciptakan pemerataan antarwilayah mengurangi kesenjangan sehingga tidak mengakibatkan ketimpangan yang besar antar wilayah. Dari aspek lingkungan dengan mempertahankan keanekaragaman hayati (sebagai salah satu keunggulan KSP), mampu menjaga pelestarian habitat dimana SDA itu ada, serta pelestarian rencana tata ruang wilayah dimana kearifan lokal menjadi perioritas utama pengembangan KSP wilayah kepulauan di era industri 4.0.

Menurut Jhingan, (1983) berakhirnya era pertanian tradisional menuju pertanian modern era indutri 4.0 perkembangan ekonomi suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi dari sektor-sektor utama seperti sektor pertanian. Perubahan sektor-sektor tersebut dari yang bersifat tradisional menuju modernisasi akan mendorong dan mempercepat perubahan ekonomi wilayahnya yakni terjadi *spread effect*.

Masalah yang Dihadapi

Pembangunan pertanian modern berbasis Kawasan Sentra Produksi (KSP) di wilayah kepulauan tidak hanya berkaitan dengan kemampuan atau kapasitas potensi lokal yang dimiliki wilayah tersebut. Disisi lain pembangunan pertanian modern juga bergantung dari seberapa besar perhatian masyarakat mau menerima perubahan sebagai akibat dari perkembangan perubahan yang begitu cepat.

Salah satu upaya pengembangan KSP di wilayah kepulauan adalah sebagai jawaban kebijakan yaitu, "upaya mengatasi kesenjangan antarwilayah (antar pulau) dan menjawab kemandirian dan ketahanan pangan dengan kearifan lokalnya. KSP hendaknya mampu dijabarkan dalam berbagai kebijakan pertanian untuk memperkuat pengaruh kekuatan industri pertaniannya di era 4.0 yang mandiri sehingga mampu mengangkat potensi setiap wilayah yang beranekaragaman dan saling menguatkan kemampuan KSP di daerah masing-masing. Sebagai contoh; KSP pertanian tanaman padi akan lebih cocok bila

dikembangkan di pulau Jawa dan sebagian Sulawesi selatan, KSP perikanan lebih cocok untuk Kepulauan Maluku dan Kepulauan Riau, KSP perkebunan di pulau Sumatera dan Kalimantan, KSP peternakan di pulau Sulawesi dan Sumatera, dan beberapa KSP yang di tetapkan berdasarkan keunggulan wilayah masing-masing. KSP tidak boleh dipaksakan kepada suatu wilayah yang tidak memiliki keunggulan SDA dan kearifan masyarakat setempat.

Peran pemerintah dalam merubah paradigma pembangunan pertanian modern sering dianggap masyarakat sebagai masuknya intervensi pihak swasta yang tidak berpihak kepada petani. Hal ini berkaitan dengan berapa banyak modal yang harus dikeluarkan petani, hasil yang diperoleh sering tidak sesuai dengan harapan sehingga pada akhirnya dapat mengorbankan harga diri mereka. Dengan demikian seharusnya paradigma pembangunan pertanian tidak hanya melihat bagaimana memenuhi kebutuhan masyarakat tetapi bagaimana pembangunan pertanian modern dapat mengikutsertakan peran masyarakat.

Wilayah kepulauan sering menjadi kendala dalam paradigma pembangunan yang diintervensi pemerintah pusat karena paradigma pembuat dan pengambil kebijakan masih terpusat pada paradigma wilayah daratan (continental). Undang-undang ketahanan pangan masih berorientasi pada wilayah daratan padahal wilayah Indonesia adalah lebih dikenal sebagai Nusantara artinya wilayah yang terdiri dari pulau-pulau bukan daratan luas. Revolusi pertanian yang bagaimanakah seharusnya menjadi rujukan kita menuju pertanian modern era 4.0 dengan karakteristik wilayah seperti Indonesia?

Tujuan penulisan adalah mengusulkan reorientasi kebijakan berdasarkan pada permasalahan dan pokok pokok pemikiran sebagai berikut.

1. Mengingatkan pembuat dan pengambil kebijakan di sektor pertanian bahwa Indonesia adalah negara kepulauan (*archipelagic state*) bukan negara daratan (*landlock state*).
2. Konsep Kawasan Sentra Produksi (KSP) berbasis wilayah kepulauan adalah konsep membangun wilayah dimulai dari pulau-pulau yang heterogen dengan keunggulan wilayah yang berbeda satu dengan lainnya.

3. Sebagai negara kepulauan harusnya pemerintah mampu menyediakan pangan secara mandiri karena didukung oleh Kawasan Sentra Produksi dengan sektor unggulan yang berbeda dan saling tergantung antarwilayah dalam pendekatan gugus pulau.
4. Penetapan KSP yang tepat dan berkearifan lokal (local wisdom) didukung SDM unggul lokal serta teknologi modern tepat guna akan memicu percepatan dan pemerataan pemba-ngunan di setiap wilayah.
5. Penetapan KSP merupakan proses pembangunan dengan pendekatan wilayah kepu-lauan berbasis pertanian modern.
6. Memaksimalkan potensi wilayah (pulau) yang heterogen untuk merangsang sistem ekonomi lokal didukung kelembagaan inovasi, petani dan kemitraan lokal dalam era industri 4.0.

PEMBANGUNAN PERTANIAN BUKAN SOAL PRODUKSI SAJA

Mendorong Pertanian Modern Berbasis KSP Berkearifan Lokal

Sektor pertanian merupakan sektor unggulan di Indonesia menurut BPS (2017), sektor pertanian menyumbangkan 13,13 persen terhadap PDRB Indonesia. dengan komoditas pertanian berdasarkan tujuh jenis komoditas antara lain; komoditas perkebunan sekitar 3,7 persen, tanaman pangan 3,22 persen, perikanan 2,57 persen, peternakan 1,57 persen, hortikultura 1,44 persen, kehutanan 0,67 persen, sedangkan jasa pertanian dan perkebunan sekitar 0,19 persen. Kontribusi yang rendah biasanya diikuti dengan daya saing rendah. Komoditas unggulan di tiap daerah tentunya berbeda karena memiliki karakteristik wilayah yang berbeda satu dengan lainnya. Pengembangan KSP merupakan suatu upaya dalam menjaga kemandirian dan ketahanan pangan nasional maupun lokal dan menciptakan daya saing yang tinggi.

Kawasan Sentra Produksi merupakan kebijakan perencanaan wilayah dengan pendekatan peningkatan produksi berbasis karakteristik suatu wilayah. (Buku I dan Buku II, 2001). Mengapa Kawasan Sentra Produksi menjadi begitu penting di era industri 4.0, menjadi penting karena pembangunan dan pertumbuhan ekonomi nasional maupun lokal harus ditopang oleh sektor-sektor unggulan berbasis pertanian yang dikelola secara Kawasan Sentra Produksi. Penetapan KSP harus sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut, karena di KSP terdapat kekuatan SDA dan SDM yang berkearifan lokal.

Model pengembangan pertanian modern berbasis KSP, menekankan pentingnya faktor keseimbangan antara skala ekonomi produksi (*economies of scale in production*) dan disekonomi melalui *networking distribution* (Dixit, 1977). Sedangkan menurut Fujita dan Jaques, (2002) pusat pengembangan wilayah berbasis KSP merupakan faktor eksternal terhadap aktivitas produksi (perusahaan) pada suatu lokasi KSP sedangkan aktivitas itu sendiri merupakan faktor internal terhadap industrinya.

Disamping Dialog Diperlukan Tindakan Nyata Dilapangan

Dialog sangat diperlukan tetapi tidak harus berlebihan walaupun menjadi bagian di dalam hidup manusia. Manusia diciptakan untuk bertindak tetapi juga memerlukan masukan untuk menghasilkan output yang dihasilkan. Input merupakan masukan atau pendapat atau kebijakan, sedangkan output merupakan hasil konsesus dari input dan output yang dikatakan dengan proses. Proses merupakan kebijakan yang harus dihasilkan sebagai output atau tindakan dari proses tersebut. Dalam era industri 4.0 yang berubah begitu cepat, manusia dituntut memiliki kemampuan atau keahliannya. Manusia yang memiliki *low skill* akan tergerus oleh waktu. Hasil dari suatu proses yang menghasilkan suatu kebijakan akan di uji dengan waktu yang terus bergerak maju menuju era modernisasi era 4.0.

DUKUNGAN KELEMBAGAAN DI ERA INDUSTRI 4.0

Suatu organisasi yang memiliki pengurus dan anggotanya dan memiliki tujuan tertentu serta memiliki norma-norma, struktur dalam membangun suatu jaringan tersendiri sering disebut dengan istilah Kelembagaan. Dengan demikian kelembagaan memiliki jaringan, orang-orang yang terlibat didalamnya, memiliki struktur serta aturan yang mengikat di dalam kelembagaan itu. Sebagai contoh kelembagaan dapat berbentuk korporasi, asosiasi dan kelompok atau gabungan kelompok yang diberdayakan oleh pemerintah.

Peranan kelembagaan dalam penerapan inovasi teknologi pertanian menjadi rujukan bila kita ingin berkompetitif di era 4.0. Untuk itu peran pemerintah baik pusat, provinsi dan kabupaten/kota harus mampu menjadi pembuat kebijakan dan memfasilitasi berbagai regulasi pendukung penerapan inovasi teknologi pertanian. Selanjutnya peran petani tidak lagi pada bagaimana berproduksi tanpa membentuk petani menjadi seorang entrepreneur atau petani yang memiliki mindset agribisnis. Sebagai fasilitator,

mediator dan dinamisator di sektor pertanian maka penyuluh menjadi pemegang peranan penting untuk menggerakkan pembangunan pertanian secara nasional maupun lokal.

Kelembagaan Inovasi

Inovasi adalah, pengenalan hal-hal baru atau penemuan baru yang berbeda dari yang sudah ada atau yang sudah dikenal sebelumnya (KBBI, Kamus *versi online/daring*). Belum adanya lembaga inovasi di Indonesia yang berperan pada segmen komer-sialisasi sebagai lembaga yang berperan menemukan hal-hal baru sebagai identitas anak bangsa turut mempengaruhi daya juang komersialisasi di Indonesia. Memang banyak lembaga-lembaga dengan fungsi penghubung (*networking*) bertindak sebagai bagian dari komersialisasi strategi yang diciptakannya.

Kelembagaan inovasi sudah merupakan keharusan bagi bangsa yang besar seperti Indonesia. Saphiro (2001), mendefenisikan inovasi sebagai s*taying relevant* yaitu berada pada situasi yang selalu memiliki keterkaitan terus menerus dalam setiap saat dan selalu bergerak secara dinamis. Lembaga inovasi tentunya menjadi tumpuan sebagai pemicu untuk menciptakan penemuan-penemuan baru yang tercipta dalam setiap saat dan dikelola dengan berdasarkan penelitian, pengembangan dan penerapan ilmu dan teknologi berbasis pada kualitas sumber daya manusia. Kelembagaan inovasi merupakan suatu organisasi dapat berbentuk organisasi struktural atau dibawah koordinasi lembaga lainnya. Bila tujuan kita untuk memajukan pertanian maka kelembagaan inovasi pertanian sebaiknya berada dalam koordinasi Kementan dan sebaliknya bila inovasi yang berhubungan dengan penemuan dibidang militer maka berada dalam koordinasi Kemenhan dan seterusnya.

Menurut Suryana dan Syakir (2017), inovasi kelembagaan masih terus bergulir mencari bentuk yang sesuai guna mencapai tujuan pembangunan yang lebih efektif dan efisien serta dapat menjadi sarana yang tepat untuk mewujudkan tujuan dari suatu penemuan. Dengan demikian kelembagaan inovasi di era industri 4.0 yang berkaitan dengan pertanian modern menjadi keharusan sebagai lembaga atau badan yang dapat mewujudkan:

a. Inovasi di sektor pertanian modern yang berorientasi pada keunggulan KSP

b. Meningkatkan kemampuan SDA berupa *raw materials* menjadi *finall goods* dengan *added value* yang tinggi menggunakan teknologi modern yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan SDM unggul pada wilayah lokalnya.

c. Menjadi lembaga yang mampu menemukan ide-ide terbarukan sebagai penemuan baru untuk mendorong penciptaan teknologi baru.

d. Mampu menjaga kemandirian, ketahanan dan keberlanjutan pangan berbasis ilmu pengatahuan dan teknologi.

Kelembagaan Petani

Daya saing petani Indonesia belum meningkat secara signifikan dengan kemajuan teknologi di bidang pertanian.Adanya teknologi pertanian dan inovasi lainnya sangat berpengaruh pada kelembagaan petani. Belum optimalnya kelembagaan petani dapat dilihat dari rendahnya daya saing dan daya tawar di pasar nasional apalagi pasar internasional.

Kelembagaan petani tentunya memegang peran penting sebagai penggerak utama dalam mengorganisasikan wadah pembelajaran petani. Sebagai wadah pembelajaran tentunya memerlukan prasarana penunjang mendukung kelembagaan petani tersebut. Dengan mempertimbangkan prinsip kebutuhan, efektifitas, efisiensi, fleksibilitas, manfaat, pemerataan dan berkelanjutan maka keterlibatan kelembagaan petani menjadi sentral di dalam pengembangan pertanian modern era 4.0 dan menjadi prioritas utama pem-bangunan selanjutnya.

Kelembagaan Kemitraan

Pengertian kelembagaan sudah diketahui kita bersama sedangkan kemitraan adalah, tata cara komunikasi bisnis yang berorientasi pada pola kerjasama antara dua pihak atau lebih dalam jangka waktu tertentu dengan strategi bisnis yang disepakati bersama dan tujuan bersama yaitu meraih keuntungan bersama. Kelembagaan kemitraan harusnya saling menguntungkan untuk meraih keuntungan bersama dengan strategi yang disepakati bersama. Kesepakatan kedua pihak kemitraan adalah bagaimana kesepakatan kemitraan dibangun sebagai proses percepatan pembangunan

pertanian. Pembangunan pertanian yang bersifat tradisional harus mampu membentuk pola kemitraan sebagai jalan keluar dari hanya menghasilkan produk secara tradisional menjadi pola kemitraan yang saling menguntungkan baik dari pihak petani maupun dari pihak mitra (perusahaan).

Kemitraan pada sektor pertanian dapat menjadi penggerak utama (prime mover) sehingga mampu mendorong atau menggerakkan sektor lainnya guna mendukung iklim usaha nasional. Pola kemitraan yang diharapkan adalah berupa pola kerjasama dengan saling memperkuat secara langsung maupun tidak langsung dengan mitra yang secara kapital (modal) relatif lebih kuat dari pihak yang diajak bermitra.

Dari sisi pola kemitraan dapat dimaknai bersama bahwa kelembagaan kemitraan tidak hanya pada sistem produksi tetapi sampai pada sistem pemasaran baik dalam skala kecil maupun besar. Di era modern 4.0, kecil atau besar bukan lagi pada berapa besar luas pabrik tetapi seberapa besar keuntungan yang diperoleh bersama. Dengan demikian petani sebagai bagian dari pihak yang memiliki modal kecil harus diredusir tentang keraguan atau kecemasannya bila melakukan pola kemitraan dengan pihak lain.

Era industri pertanian 4.0 dapat diartikan sebagai membangun pola kemitraan yang tidak lagi bersandar pada pasar lokal, sehingga petani lokal atau dalam negeri membangun hubungan kemitraan dengan mitra asing dalam memperluas pemasaran atau pasarnya ke pasar global. Kita tidak dapat pungkiri bahwa pihak petani merupakan pihak yang sering dirugikan. Petani sebagai subjek penentu produktivitas sudah mulai tergerus dengan kemajuan teknologi pertanian. Teknologi yang terus berkembang dengan cepat mempengaruhi sumberdaya manusia petani untuk menyesuaikan skill atau ketrampilannya dengan perkembangan zaman yang semakin maju dengan cepatnya. Bangsa yang petaninya memiliki skill rendah akan tertinggal dalam membangun kemampuan inovasi termasuk teknologi.

LANGKAH KEDEPAN

Menuju Kesuksesan Pertanian Modern di Era Industri 4.0

Suksesnya pertanian modern di era industri 4.0 bagi Indonesia sudah merupakan suatu keharusan dan bila tidak didorong dengan serius untuk memperbaiki strategi kebijakan pertanian di era industri 4.0 dapat membuat kita tertinggal jauh dari negara pesaing. Kebijakan strategi era industri 4.0

tidak lagi didasarkan pada kepentingan pemerintah pusat tetapi sudah harus berbasis pada kekuatan daerah baik dari sisi SDA, SDM dan teknologi infrastruktur yang tersedia.

Era industri 4.0 menciptakan suatu negara tanpa pagar atau batas. Negara (pemerintah pusat) tidak lagi dapat membodohi pemerintah daerah dan rakyatnya terhadap setiap kebijakan yang diambil negara, banyak regulasi yang tidak menguntungkan daerah untuk turut serta merasakan manfaat dari

eksploitasi yang dilakukan pemerintah pusat kepada daerah. Era Industri 4.0 mengajar setiap daerah dengan kekuatan KSP membuat daerah berlomba-lomba menghasilkan SDM daerah yang unggul.

Bagaimana ciri menuju kesuksesan pertanian modern era industri 4.0 pada suatu negara yang berbasis KSP wilayah kepulauan dapat dilihat dari, kuatnya keterkaitan antara perencanaan dengan implementasi, fokus pembangunan berbasis KSP selain bersifat ekonomi juga politis, tidak merugikan pihak manapun, lebih mengutamakan kearifan lokal yang efisien, efektif dan *sustainable*, serta berdampak positif terhadap lingkungan hidup.

Menuju sukses pertanian modern era industri 4.0, berbasis KSP wilayah kepulauan.

Pertama Mampu menggerakkan pembangunan di semua wilayah kepulauan berbasis KSP.

Kedua Pengembangan sektor-sektor unggulan yang *heterogen* menjadi ciri pentingnya lokalitas berbasis keunggulan KSP.

Ketiga. Mengoptimalkan potensi wilayah kepulauan sebagai penggerak utama (*prime mover*) terhadap pengembangan ekonomi lokal yang progresif menuju ekonomi daerah dan nasional yang mandiri, maju, bersaing dan berkelanjutan.

Keempat. Daerah yang memiliki KSP sebagai syarat utama untuk mengembangkan aktivitas ekonomi wilayah.

Kelima. Daerah sebagai pemilik KSP pertanian mampu menciptakan pertanian modern dengan kekuatan kearifan lokal yang didukung dengan SDM unggul lokal.

Kemadirian pangan

Pangan adalah, suatu kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi kapan saja sesuai hak azasi manusia. Dengan demikian pangan memiliki peran penting dalam keberlanjutan kehidupan suatu bangsa atau negara. Ketersediaan pangan yang jauh dari kebutuhan suatu bangsa akan berpengaruh pada kestabilan politik negara tersebut. Untuk itu ketersediaan pangan yang cukup bahkan lebih besar dari kebutuhan suatu negara akan menjaga kestabilan panagan maupun politik negaranya.

Negara yang kuat bukan lagi diukur sematamata dari kepemilikan senjata yang modern tetapi negara yang kuat adalah negara yang memiliki ketersediaan pangan yang jauh lebih besar dari kebutuhan masyarakatnya bahkan dari negara lainnya. Kemandirian pangan merupakan kondisi dimana suatu negara atau wilayah mampu memproduksi pangannya dan menjamin keberlanjutan serta mampu menjamin kebutuhan masyarakatnya dengan meman-faatkan potensi sumberdaya alam, manusia, kelembagaan pertanian, kemitraan, ekonomi, berbasis kearifan lokal yang sesuai dengan nilai sosial budaya dan tidak merugikan negara atau wilayah tersebut.

Menurut Kartasasmita (1996), kemandirian adalah proses pembangunan yang berpijak pada pembangunan masyarakat dan diharapkan dapat memacu peran masyarakat dalam proses menuju kemandirian. Proses tersebut diharapkan akan mampu melepaskan kondisi masyarakat dari keterbelakangan dan kemiskinan. Kemandirian menunjukkan citra bangsa, citra yang tidak bisa dipandang sebelah mata oleh bangsa lain. Kemandirian pangan merupakan citra petani, lembaga dan kebanggaan suatu bangsa.

Bangsa modern disaat ini tidak lagi diukur dari seberapa besar kekuatan militernya tetapi diukur dari seberapa besar kemandirian pangan. Pentingnya kemandirian pangan meng-haruskan Indonesia menghadapi perubahan yang begitu cepat di era industri 4.0. Bila terlambat melakukan kemandirian pangan yang berkelanjutan dapat diperkirakan pada tahun-tahun akan datang Indonesia akan berada dipersimpangan negara gagal. Negara boleh memiliki militer yang kuat tetapi bila perut rakyatnya lapar maka kekuatan miter tidak dapat mempertahankan kedaulatan negara. Untuk itu kemandirian pangan harus sesegera mungkin ditingkatkan, karena jumlah penduduk terus meningkat. Penduduk Indonesia saat ini tahun 2019 berjumlah 269 juta jiwa akan terus bertambah dan bila tidak dibarengi dengan kemandirian pangan maka akan menggerus anggaran belanja negara hanya untuk membeli pangan.

Ketahanan Pangan

Pentingnya ketahanan pangan di era globalisasi atau era industri 4.0 akan berdampak pada petani subsisten dimana para petani berusaha mempertahankan apa yang dihadapi mereka dan bagaimana mereka mampu menjaga dan mempertahankan ketahanan pangan bagi diri dan keluarganya. Bila situasi seperti ini tidak ditangani dengan baik secara profesional maka proses ketahanan pangan akan sangat sulit dipertahankan. Kalau sulit dipertahankan akan berdampak pada ketersediaan dan kemandirian pangan di suatu dearah atau dalam negeri. Bila ketersediaan pangan di suatu daerah atau dalam negeri terbatas atau sulit dipertahankan maka negara harus melakukan impor pangan dari negara lain, bila hal ini berlangsung dalam jangka panjang dalam jumlah yang besar dan terus menerus berarti negara gagal (*failed state*) dalam mengelola ketahanan pangan domestik.

Ketahanan pangan menjadi sangat penting dan saat ini merupakan momen dalam memasuki era industri 4.0. Negara yang kuat adalah negara yang memiliki kemandirian dan ketahanan pangan baik lokal maupun nasional. Ketahanan pangan harus berbasis pada kuatnya KSP sektor unggulan daerah. KSP yang sangat *heterogen* di Indonesia seharusnya menjadi gudang pangan dunia. Bila KSP sektor unggulan nasional dikelola dan dikembangkan dengan benar sesuai karakteristik wilayah kepualauan maka Indonesia berpeluang menjadi pusat pangan sebagai penyangga pangan dunia.

Pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah dengan kemampuan petani yang handal akan menjadi kekuatan negara dalam mempertahankan ketahanan pangan. Kekuatan ketahanan pangan akan menjadi indikator bahwa Indonesia mampu bersaing dalam kancah perdagangan dan perpolitikan dunia. Negara yang memiliki ketahanan pangan yang kuat sama dengan negara yang memiliki Nuklir. Nuklir menjadi kekuatan negara untuk melumpuhkan pertahanan militer suatu negara. Ketahanan pangan yang kuat oleh suatu negara akan menjadi kekuatan negara tersebut dalam melumpuhkan ekonomi negara lain dimasa yang akan datang. Ekspor pertanian harus menjadi tolak ukur bahwa perkembangan dalam membangun sektor pertanian telah maju dan berkembang menuju ketahanan pangan dalam negeri.

Era industri 4.0 mengharuskan petani Indonesia harus berdaya saing dalam pengelolaan pertanian. Pengelolaan pertanian yang berbasis kawasan seperti Indonesia akan menjadi penyangga dan memiliki kemampuan dibandingkan

negara lain. Memiliki kawasan sentra produksi yang beraneka ragam produk pertanian dengan penguasaan teknologi akan menguntungkan semua kawasan Sentra Produksi yang beraneka ragam tersebut. Setiap wilayah akan saling bergantung akan kebutuhan yang tidak seragam itu sehingga setiap kawasan berkembang dengan kemampuannya yang di dukung oleh kemampuan sumberdaya alamnya, manusia dan penguasaan teknologi yang pasti.

Reformasi Kebijakan Pertanian

Kebijakan pertanian harus mampu mengimplementasikannya dengan tujuan mampu berkompetisi di dalam pasar domestik maupun pasar global. Persaingan ini dapat dilihat dari proporsi sumbangan PDB secara nasional maupun PDRB secara regional. Reformasi selain diperlukan untuk kemampuan berkompetisi juga harus mampu menjaga kestabilan harga, efektif dalam penggunaan lahan sampai pada penggunaan tenaga kerja (sumber daya manusia) yang terampil dan unggul.

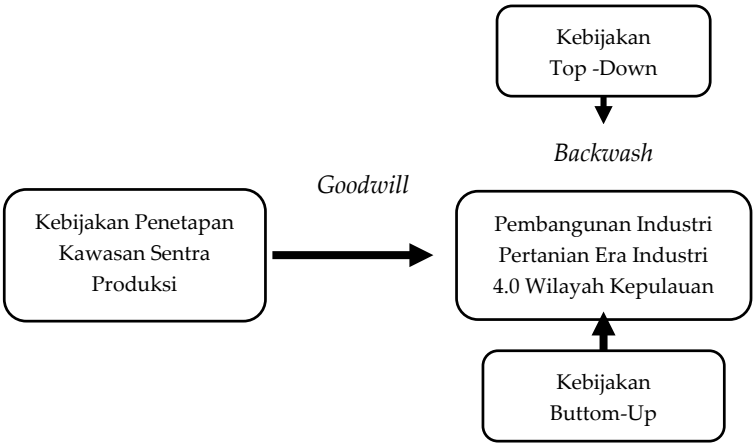
Disamping itu kebijakan revolusi pertanian tidak saja terkait produksi tetapi mampu, menjawab tantangan pemasaran (*marketing*), memenuhi selera pasar (konsumen), menjawab tantangan global berkompetisi dalam pasar internasional, memiliki infrastruktur pendukung, dan bernegosiasi melalui diplomasi perdagangan. Tidak selarasnya kebijakan pusat dengan daerah akan berdampak pada rendahnya penerimaan negara maupun daerah dan pada ujungnya berdampak pada kemandirian dan ketahanan pangan nasional. (Iluni FEB UI, 2017)

Menurut Jefferson, (1992) dalam kajiannya mengatakan bahwa, berkembang-nya industri-industri baru perlu di dukung oleh perkembangan dan perluasan daerah pemasaran. Perkembangan industri yang berbasis dengan pengusaan teknologi sangat berpengaruh pada percepatan pembangunan di sektor pertanian. Untuk itu kebijakan pemerintah di sektor pertanian sangat berpengaruh terhadap potensi wilayah yang beraneka ragam sesuai karateristik wilayah tersebut.

Kebijakan-kebijakan pembangunan di sektor pertanian oleh pemerintah pusat terhadap daerah sering bersifat intervensi yang pada akhirnya menimbulkan *backwash effect* dengan menyebabkankerugian dipihak masyarakat. Untuk itu suatu kebijakan haruslah bersifat *spread effect* karena suatu kebijakan harus mampu memberi manfaat bagi masyarakat dan wilayah dimana pembangunan itu dilakukan. Dengan demikian suatu kebijakan yang

bersifat goodwill dari pemerintah harus dapat dipilah apakah kebijakan itu menguntungkan masyarakatnya atau hanya bagi investor?. Kita memerlukan dana (investasi) tetapi bukan berarti masyarakat di abaikan. Masyarakat adalah pemegang mandat tertinggi dalam mengelola SDA yang tersedia di wilayahnya. Reformasi kebijakan pertanian sangat mempengaruhi kemandirian dan ketahanan pangan Indonesia. Karena itu reorientasi kebijakan pertanian harus segera dilakukan karena: Penduduk terus bertambah, kebutuhan pangan semakin meningkat, angka harapan hidup bangsa Indonesia semakin panjang, perubahan iklim sulit diprediksi, keterbatasan lahan produktif, lahan produktif beralih fungsi menjadi perumahan, regulasi pertanian masih dibentuk dari mindset continental bukan archipelago, dan wilayah kepulauan memiliki karateristik yang heterogen

Bagaimana pembangunan KSP berbasis wilayah kepulauan dapat dilakukan bila konsep kebijakan berada pada paradigma berpikir seperti Gambar 1.



Gambar 1. Kebijakan Penetapan KSP di Wilayah Kepulauan

Bagaimana pendekatan reformasi pertanian era industri 4.0 bila dilihat dari kebijakan penetapan KSP di wilayah kepulauan dipandang dari sisi komponen dan konsep sebelum dan memasuki era industri 4.0.

Dari Tabel 1, pengembangan KSP berbasis wilayah kepulauan mengacu pada proses dimana peran pemerintah pusat sudah semakin berkurang, tetapi peran pemerintah daerah atau institusi kelembagaan lainnya terus meningkat

seperti inovasi, petani dan kemitraan lokal mampu menggerakkan ekonomi daerah yang berorientasi produksi dan bisnis secara nasional, regional maupun internasional (secara global).

Dari pemahaman KSP berbasis wilayah kepulauan dapat dikatakan sebagai usaha mengoptimalkan sektor-sektor unggulan yang heterogen pada setiap kawasan dengan melibatkan masyarakat lokal, petani lokal, mitra bersama (lokal dengan di luar lokal) untuk mengembangkan ekonomi lokal maupun nasional dari suatu wilayah KSP.

Dengan menempatkan KSP berbasis wilayah kepulauan mampu menciptakan kondisi aktivitas ekonomi secara spesifik di wilayah yang berbeda satu dengan lainnya, sehingga menciptakan keterkaitan kedepan (*forward linkages*) maupun keterkaitan kebelakang (*backward linkages*). Keterkaitan tersebut akan menguntungkan setiap wilayah yang memiliki keunggulan kompetitif disamping komparatif dan mampu mempertahankan kemandirian, keamanan, dan ketahanan pangan di KSP.

Tabel 1. Pendekatan Reformasi Pertanian Era Industri 4.0 Kawasan Sentra Produksi Wilayah Kepulauan

Komponen	Konsep Lama	Konsep Baru Era Industri 4.0
Basis Pembangunan Ekonomi Wilayah	Membangun Sektor-Sektor Ekonomi sesuai selera Investor	Membangun Insti-tusi Ekonomi baru berbasis kelembaga-an Inovasi, Petani dan Kemitraan
Aset Lokasi KSP	Keunggulan pada aspek kedekatan infrastruktur	Keunggulan pada aspek komparatif dan kompetitif dengan pendekatan kualitas lingkungan hidup
Sumberdaya Penga-tahuan	Kedekatan ketersediaan TK non skill teknologi	Kemampuan pengetahuan yang berbasis teknologi modern revolusi industri era 4.0 sebagai *prime mover* ekonomi wilayah KSP
Kesempatan Kerja	Padat Karya karena banyak perusahaan rendah teknologi	Padat Modal dengan banyak TK yang berkualitas teknologi dengan keikut sertaan penduduk local
Percepatan Pemba-ngunan Wilayah Ke-pulauan	Membangun masih berorientasi wilayah daratan (continental)	Mempercepat pembangunan KSP wilayah berbais Konsep wilayah Kepulauan (*archipelago*)
Pemerataan Menga-tasi Kesenjangan Antarwilayah	Membangun tanpa memperhatikan keunggulan KSP Wilayah Kepulauan	Memperhatikan Keunggulan KSP ber-basis Wilayah Kepu-lauan (*archipelago*)

Sumber: Blakely.,(1994) dan di Modifikasi oleh: Matitaputty, I.T., (2019)

Pemahaman konsep lama sudah harus ditingalkan oleh kita bila ingin bersaing dalam era industri 4.0. Konsep pembangunan pertanian yang hanya membangun berdasarkan selera dan kepentingan investor, mau berivestasi pada wilayah yang memilki infrastruktur terbaik, kemudian memanfaatkan kelemahan sumber daya manusia yang tidak terampil karena pendekatan adalah memberi upah rendah sudah harus ditinggalkan.

Perhatian negara ini sudah harus berorientasi pada konsep yang baru seperti pada tabel 1. Konsep pembangunan harus berkelanjutan, ketersediaan wilayah untuk berusaha, ketersediaan sumber daya alam, maka penyediaan barang dan jasa yang dihasilkan dapat dilakukan secara berkelanjutan dengan kekuatan kearifan lokal wilayah tersebut (Saptana dan Ashari 2007).

Sedangkan menurut Miraza (2005), menyatakan bahwa, pembangunan wilayah merupakan suatu gambaran kecil dari sebuah perencanaan kebijakan yang tujuan akhirnya adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pembangunan tersebut dapat menggerakkan sumber daya alam, sumber daya manusia dan infrastruktur serta teknologi dan budaya.

Kebijakan pengembangan pertanian tradisional sudah harus ditinggalkan menuju pertanian era industri 4.0, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Perbedaan Kebijakan Pertanian di Era Tradisional Versus Era Indusri 4.0

Kebijakan Pertanian di Era Tradisional	Kebijakan Pertanian di Era Industri 4.0
Masih bersifat *Top-Down*, wilayah yang diintervensi sering bahkan tidak berbasis pada kekuatan Kawasan Sentra Produksi (KSP) sehingga tidak berkelanjutan karena tidak memiliki kekuatan kearifan lokal dan salah sasaran yang diin-tervensi pemerintah pusat.	Harus bersifat Bottom-Up, untuk menggerakkan kekuatan KSP yang berbasis pada kekuatan keputusan perencanaan di daerah. Daerah seba-gai pengambil keputusan utama bu-kan pemerintah pusat.
Keunggulan KSP di daerah sering dikelola langsung oleh pemerintah pusat. Izin usaha KSP melalui peme-rintah pusat bukan daerah.	Keunggulan KSP di daerah harus dikelola langsung oleh pemerintah daerah. Izin usaha KSP melalui izin pemerintah daerah bukan pusat
Pembangunan proyek industri besar untuk merangsang aktivitas ekono-mi daerah sering tidak dimulai dari industri hulu sampai hilir berbasis KSP yang tepat (bersifat politis).	Industri besar berbasis KSP harus memperhatikan kekuatan industri hulu yang didukung dengan kekua-tan industri hilir di wilayah tersebut.
Pertanian tradisionil di KSP belum memerlukan Sumber daya manusia (SDM) lokal yang terampil (*skill*) dan tidak berkearifan lokal (*local wis-dom*).	Pertanian modern di KSP harus ditunjang dengan kekuatan SDM lokal yang unggul serta berkearifan lokal.
Kekuatan Sumber daya alam (SDA) lokal di eksploitasi secara besar-besaran tanpa memikirkan keles-tarian lingkungan hidup (*backwash effect*).	Kekuatan SDA lokal bukan lagi bersifat eksploitasi yang memberi dampak negatif bagi masyrakat bela-kang tetapi bersifat *spread effect*.
Faktor teknologi selain SDM dan SDA sebagai faktor utama belum menjadi tujuan dari aktivitas eko-nomi (*traditional technology*)	Selain SDM dan SDA maka faktor Teknologi menjadi faktor utama lainnya yang menjadi tujuan utama aktivitas ekonomi modern (*high tech-nology*)

Sumber: Matitaputty (2019).

Menurut Bartik (2003), dikatakan bahwa, dalam meningkatkan kapasitas ekonomi lokal (wilayah) yang bertujuan menciptakan kesejahteraan masyarakat maka peningkatan sumber daya manusia sebagai tenaga kerja lokal perlu ditingkatkan disamping teknologi guna memanfaatkan lahan yang tersedia. Sesuai Tabel 2, dapat dijabarkan bahwa dengan memperhatikan kebijakan pertanian di era industri 4.0, penciptaan dan peningkatan kesempatan kerja bagi masyarakat daerah di (KSP), pengurangan kemiskinan dan peningkatan pendapatan per kapita meningkat.

Peningkatan tersebut dapat terjadi bila *polapikir* pembuat dan pengambil kebijakan di sektor pertanian harus berubah yaitudimulai dari konsep berpikir seperti tabel 2 bahwa era industri 4.0 mampu merangsang pembangunan pertanian daerah maupun nasional. Chmura dan Orozobekov (2009) dalam Saragih (2015) mengatakan bahwa, suatu wilayah dapat berkembang dengan cepat bila sumber daya manusia lokalnya memiliki ketrampilan dan didukung lahan pertanian yang tersedia maka percepatan pembangunan akan dirasakan manfaatnya oleh masyarakat di wilayah tersebut.

REKOMENDASI

Berbagai rekomendasi revolusi pertanian era industri 4.0 sudah banyak dilakukan oleh pengambil kebijakan di pusat maupun para pakar di sektor pertanian. Untuk itu dalam tulisan ini rekomendasi yang perlu menjadi rujukan adalah:

- Memasuki reformasi pertanian era industri 4.0, negara harus menjadikan sektor industri pertanian sebagai faktor penggerak utama (*prime mover*) yang mampu memberdayakan masyarakat petani berbasis Kawasan Sentra Produksi (KSP) sesuai dengan unggulan kawasan tersebut.
- Reformasi pertanian di era industri 4.0 harus mampu menciptakan kesempatan kerja di sektor pertanian berbasis kewilayahan Kawasan Sentra Produksi (KSP) dengan menggunakan Sumber daya manusia (SDM) lokal yang terampil.
- Reformasi pertanian di era industri 4.0 tidak lagi di kembangkan dengan komoditi seragam (*homogen*) tetapi beranekaragam (*heterogen*) dengan karakteristik wilayah sesuai dengan komoditi lokal yang akan dikembangkan pada Kawasan Sentra Produksi (KSP) wilayahnya.

- Reformasi pertanian di era industri 4.0 berbasis Kawasan Sentra Produksi (KSP) harusnya menjadi rujukan bila ingin mempercepat kemajuan wilayah kepulauan untuk mengurangi atau memperkecil kesenjangan ekonomi dan sosial wilayah karena saling menguntungkan dan secara nasional ketergantungan pangan nasional dapat di atasi dengan memiliki gudang distribusi berupa kawasan penyedia pangan yang berbeda satu dengan lainnya di tiap wilayah KSP.
- Reformasi pertanian di era industri 4.0 berbasis Kawasan Sentra Produksi mampu menciptakan kemandirian, keamanan dan ketahanan pangan nasional maupun lokal sebagai jawaban mengatasi kerawanan pangan daerah maupun nasional.
- Reformasi pertanian di era industri 4.0 berbasis Kawasan Sentra Produksi dengan kekuatan atau keunggulan daerah harus dikelola melalui izin pemerintah daerah bukan pemerintah pusat.
- Reformasi pertanian di era industri 4.0 berbasis Kawasan Sentra Produksi (KSP) merupakan di wilayah kepulauan memiliki karakter kearifan lokal, perlu menjadi rujukan utama dalam mengatasi gejolak separatisme di daerah karena kecem-buruan sosial yang terlalu lama dinikmati oleh beberapa daerah karena dekat dengan pusat pemerintahan atau pusat pertumbuhan (*growth pole*).

PENUTUP

Reformasi pertanian 4.0 bukan lagi merupakan wacana tetapi harus melakukan tindakan. Tindakan yang diperlukan adalah kemampuan inovasi pertanian berbasis Kawasan Sentra Produksi dengan diversifikasi pangan.

Ketidakseriusan dan inkonsistensi pemerintah menetapkan Kawasan Sentra Produksi dengan diversifikasi pangan berbasis kepulauan, membuat terlambat dalam kemandirian dan ketahanan pangan. RUU ketahanan pangan yang masih berorientasi pada pola pikir wilayah daratan (*continental*) bukan kepulauan (*archipelago*). Undang-undang pertanian harus memperhatikan karakteristik wilayah dengan kondisi dan potensi wilayah yang beragam sehingga tidak terjadi dampak kebijakan yang tidak mencapai sasaran dalam tujuan pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

Adisasmita, R. 2008. Ekonomi Archipelago. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.

Bartik, Timothy. 2003. Local Economic Development Policy, Upjhon Institute Staff Working Paper No. 03-91.

Berita Negara RI. 2009. Peraturan Menteri Pertanian No. 41 Tentang Kriteria Teknis Kawasan Peruntukan Pertanian. Jakarta (ID).

Blakely, Edward James, 1994. Planning Local Economic Development; Theory and Practice. California (US): SAGE Publications, Inc.

BPS. 2017. Statistik Indonesia. Berbagai Publikasi. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.

Buku I, 2001. Pengembangan Kawasan Sentra Produksi Provinsi Maluku; Kondisi dan Potensi Wilayah. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Maluku. Ambon (ID): Kerjasama dengan Lembaga Penelitian Universitas Pattimura.

Buku II, 2001. Master Plan dan Action Plan Pengembangan Kawasan Sentra Produksi Provinsi Maluku. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Maluku. Ambon (ID): Kerjasama dengan Lembaga Penelitian Universitas Pattimura.

Dixit, A., and J. Stiglizt. 1977. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. American Economic Review. 67 (2): 297 – 308.

Fujita, M. Thisse., and F. Jacques. 2002. Economics of Aglomeration. London (GB): Published by The Press Syndicate of The University of Cambridge-United Kingdom.

Glasson, J. 1978. An Introduction to Regional Planning, concepts, Theory, and Practice. London (GB): Hutchinson & Co.

Hadjisarosa, P. 1976. Satuan Wilayah Pengembangan (SWP), Seri; Mekanisme Pengembangan Wilayah. Bagian I. Jakarta (ID): Departemen Pekerjaan Umum (PU).

ILUNI FEB UI. 2017. Indonesia Tahun 2030: Ide dan Gagasan Ekonomi Muda FEB UI. Kontan Publishing. Jakarta (ID): PT Gramedia.

Jhingan, M. L. 1983. The Economics of Development and Planning. New Delhi (IN): Vicas Publishing House.

Kartasasmita , G. 1996. Membangun Pertanian Abad 21; Menuju Pertanian Berbudaya Industri. Jakarta (ID): Bappenas.

Matitaputty, I. T. 2012. Pengembangan Kawasan Sentra Produksi Dalam Meningkatkan perekonomian Wilayah Kepulauan Provinsi Maluku. [Disertasi Doktor]. Bogor (ID): Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Miraza, B. H. 2005. Peran Kebijakan Publik Dalam Perencanaan Wilayah. Jurnal Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Wahana Hijau. 1 (2): 45-49.

Priyarsono, D. S., dan E. Rustiadi. 2010. Regional Development in Indonesia. Bogor (ID): Crestpent Press.

Saptana, dan Ashari. 2007. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Melalui Kemitraan Usaha. Jurnal Litbang Pertanian. 26 (4): 122-130.

Shaphiro, S. M. 2001. The 24/7 Innovation: A Clue Point for Surviving and Thriving in an Age of Change. New York City, NY (US): McGraw-Hill.

Saragih, R. J. 2015. Perencanaan Wilayah dan Pengembangan Ekonomi Lokal Berbasis Pertanian. Yogyakarta (ID): Pustaka Pelajar.

Soetrisno, L. 1999. Pembangunan Pertanian; Sebuah Tinjauan Sosiologis. Yogyakarta (ID): Kanisius.

Suryana, A., dan M. Syakir. 2017. Menuju Pertanian Modern Berkelanjutan: Inovasi Dalam Pencapaian Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Jakarta (ID): IAARD Press.

Pelajaran yang Diperoleh dan Arah Kedepan

Kedi Suradisastra, Nono Sutrisno, Ai Dariah
dan Effendi Pasandaran

Penggunaan teknologi presisi di sektor pertanian masa depan adalah keniscayaan yang tidak dapat dihindari. Dalam hal ini, seluruh unsur perancang dan pelaksana kebijakan pembangunan pertanian presisi harus mampu memahami dan mengikuti perkembangan pertanian berbasis teknologi presisi guna menyongsong mencapai pengembangan pertanian masa depan Indonesia yang mampu mensejahterkan masyarakat, dan mampu bersaing di kancah internasional. Perkembangan teknologi presisi dan penerapannya di sektor pertanian kelak akan menjadi titik balik industri pertanian nasional di Indonesia. Introduksi dan intervensi teknologi presisi secara fundamental telah memengaruhi secara signifikan pengelolaan dan sistem produksi pertanian dan berbagai kegiatan usahatani yang terlibat didalamnya. Intervensi teknologi pertanian presisi juga telah mengubah pola pikir dan sikap sebagian masyarakat petani dalam melaksanakan kegiatan usahataninya. Perkembangan teknologi presisi berikut seluruh sistem pendukungnya telah mengubah pola pikir, cara hidup dan berusahatani, dan cara berhubungan dengan sesama petani.

Dalam menuju ke era teknologi pertanian presisi masa depan, pemerintah Indonesia telah menyiapkan roadmap "Making Indonesia 4.0" yang memuat 10 inisiatif nasional yang bersifat lintas sektoral untuk mempercepat perkembangan industri manufaktur. Di sektor pertanian, pemerintah telah melakukan langkah-langkah strategis seperti pengembangan sumber daya manusia, infrastruktur, inovasi teknologi berbasis cyber, dan kelembagaan petani. Langkah-langkah kebijakan tersebut didukung oleh pemerintah daerah sampai ke tingkat operasional. Pemerintah daerah di berbagai wilayah pembangunan telah mulai mengembangkan berbagai program unggulan sesuai dengan kondisi dan potensi wilayah masing-masing. Kebijakan industri dan pengembangan sektor pertanian disusun dan didukung oleh kebijakan

pendukung seperti berbagai inovasi pelayanan publik dan penataan daerah, pembangunan kawasan industri lokal di wilayah kabupaten/kota, penyiapan infrastruktur ekonomi digital, inkubator bisnis dan kreatif berupa startup company. Lebih jauh lagi, pembinaan dan pelatihan terhadap pelaku industri pertanian dan pembangunan desa digital adalah salah satu upaya memanfaatkan teknologi smart farming yang diintegrasikan dengan penggunaan berbagai layanan aplikasi internet. Strategi ini mempermudah petani dalam memilih komoditas yang akan dikembangkan, mementukan waktu dan lokasi kegiatan serta memilih teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan berusahatani.

Karena pemahaman terhadap teknologi pertanian presisi dan digital masih beragam, dalam waktu dekat perlu dikembangkan suatu sikap common understanding terhadap manfaat, adopsi, penerapan dan hal-hal terkait lain yang terfokus pada terminologi pertanian presisi, pertanian digital, dan revolusi industri 4.0. Lebih jauh lagi seluruh pemangku kepentingan pengembangan pertanian masa depan harus merujuk pada konsep pertanian presisi yang sama. Dengan demikian, para pemangku kepentingan pertanian presisi di masa depan dapat menerapkan kebijakan pembangunan sektor pertanian secara tepat dan terfokus pada tujuan yang jelas.

Selain upaya pengembangan dan penerapan kebijakan yang dapat mempercepat pertumbuhan sektor pertanian dan ekonomi daerah, patut dirancang pula pengembangan program-program pembangunan unggulan pembangunan wilayah setempat. Pengembangan pertanian modern masa depan akan melakukan upaya meningkatkan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dipelopori oleh SDM generasi millennial yang berkualitas. Pemerintah daerah setempat harus meningkatkan pendidikan vokasional, mempercepat laju pertumbuhan usaha startup, mendorong dan membantu kegiatan promosi pengusaha dan pebisnis millennial serta membantu pembiayaan kegiatan berusaha pada tahap awal. Pemerintah daerah juga harus meningkatkan upaya inisiasi terkait pengembangan sistem pertanian presisi dan modern dengan mengembangkan fasilitas pasar dan pemasaran produk pertanian beserta infrastruktur pemasaran yang memadai. Salah satu fasilitas pemasaran yang telah dikembangkan dan akan terus difungsikan adalah pasar induk modern Puspa Agro yang dibangun Pemerintah Provinsi Jawa Timur. Pasar yang diresmikan oleh Menko Perekonomian pada tanggal 17 Juli 2010 selain berperan sebagai tempat transaksi langsung antara petani/produsen dengan konsumen, juga diproyeksikan sebagai induk terbesar dan terlengkap

serta tempat pelatihan bagi petani muda generasi millenial. Di masa depan, fasilitas tersebut diharapkan akan berkembang lebih baik lagi sehingga siap dan mampu untuk bersaing di pasar global.

Di masa depan, sistem knowledge managemet akan sangat berperan dalam mengembangkan program-program inisiasi. Pembangunan infrastruktur pasar dan pemasaran harus dan akan dikembangkan dengan dukungan penuh dari pemerintah daerah yang bersangkutan. Dengan bekerja berdampingan dan mendapat dukungan dari generasi millennial, para pelaku utama sektor pertanian akan lebih terfokus dalam melakukan bisnis usahatani dan pertanian inovatif, visioner dan melek teknologi. Dalam satu atau dua dekade ke depan, perkembangan sektor pertanian nasional dan nasib dunia akan dikendalikan oleh kaum millennial. Fakta ini akan menjadi konsekuensi bagi para pemangku kepentingan di sektor pertanian ketika mereka disudutkan oleh kepada kondisi dimana mereka mau tidak mau harus memahami dan menerapkan pengetahuan baru untuk beradaptasi, mengelola, dan memanfaatkan teknologi presisi era industri 4.0. Pemahaman dan penguasaan atas teknologi pertanian masa depan juga berperan dalam upaya untuk tetap bertahan (survive) dalam kondisi dunia digital, termasuk dunia pertanian dan seluruh elemen-elemen didalamnya.

Pengembangan dan penerapan sistem pengelolaan pengetahuan (knowledge management) terkait pembangunan sektor pertanian modern di masa depan mampu menyediakan akses dan kondisi saling berbagi (sharing) informasi dan pengetahuan yang dimiliki petani generasi millennial dengan pelaku utama sektor pertanian kovensional. Sistem knowledge management dapat diterapkan melalui penggunaan blog sebagai media transfer tacit knowledge ke explicit knowledge (atau sebaliknya) di bidang pertanian. Dukungan dalam mengelola pengetahuan dapat mempercepat peningkatan kualitas SDM sektor pertanian karena informasi dan pengetahuan merupakan aset penting yang sangat dibutuhkan dalam pengembangan SDM pertanian, khususnya di era millennial. Guna menggugah minat generasi millennial terhadap kegiatan bertani dan berusahatani, hendaknya mulai dipikirkan bagaimana membuat kegiatan sektor pertanian menjadi lebih menarik, atau bahkan "cool" (keren).

Masalah utama dalam kegiatan bertani adalah masalah image (kesan dan penampilan). Bagi generasi muda, terutama generasi millennial, kegiatan di sektor pertanian tidak terlihat "keren" atau menarik. Sebagian besar generasi

muda melihat kegiatan bertani sebagai kegiatan berat tanpa diimbangi oleh imbalan yang layak. Kegiatan bertani juga hanya memiliki celah sempit untuk perkembangan karir atau masa depan. Namun sesungguhnya sektor pertanian menawarkan potensi besar untuk menciptakan lapangan kerja yang didukung oleh teknologi millennial seperti teknologi digital dan presisi. Potensi tersebut harus ditampilkan secara baik guna mengubah image pertanian secara drastis di mata generasi muda millennium. Di sisi lain, pengetahuan generasi millennium terhadap teknologi presisi jauh lebih baik dibandingkan dengan generasi imigran digital. Pemahaman dan pengetahuan terkait teknologi digital dapat membantu mengubah kesan buruk pertanian dengan memanfaatkan pemikiran baru dari generasi tersebut. Generasi millennial dengan penguasaan teknologi digital diharapkan dapat melakukan transformasi sektor pertanian dengan menerapkan pola pikir baru dan teknologi maju era millennial.

Di era millennium, sektor pertanian akan bermakna lebih dari sekedar bertani, karena generasi millennial dengan pemahaman mendalam terhadap teknologi presisi dan digital terapan, dapat menjelajahi masa depan atau karir di sektor pertanian seperti usahatani biodinamik (organik plus), teknologi komunikasi digital pertanian, estimasi keberhasilan usaha (*forecasting*), pemasaran digital, perancangan logistik digital pendukung kegiatan pertanian, pengembangan asuransi pertanian secara digital, pengembangan dan penerapan keilmuan lingkungan pertanian, pengembangan dan penerapan teknologi maju, dan lain-lain. Di sisi lain, pemerintah dan masyarakat pengusaha, perancang kebijakan dan para pendidik harus secara terkoordinasi mempromosikan pertanian sebagai suatu karir intelektual yang memiliki masa depan yang jelas dan karir berkelanjutan. Lebih jauh lagi harus ditekankan juga bahwa bekerja di sektor pertanian dan sistem pangan yang dilakukan oleh generasi muda millennial dengan perangkat teknologi digitalnya adalah pekerjaan yang "keren".

Indeks

A

adaptabilitas, 361
adaptasi, 12, 15, 243, 349, 365
adaptif, 135, 279
adopsi, 2, 14, 27, 28, 152, 274, 281, 282, 288, 290, 291, 304, 315, 324, 354, 408
advokasi, 163, 258
afiliasi, 260
aflatoksin, 171, 172, 177, 182, 187, 191, 192, 199, 201, 203
agibisnis, 197
Agrimeth, 319
agroekologi, 91, 174, 244, 336, 341, 345, 349
Agroekosistem, 338, 380
Agroforestry, 371, 381, 383
agroindustri, 134, 153, 172, 173, 174, 175, 183, 184, 185, 198, 199, 200, 201, 202
Agroinovasi, 205, 245
Akuntabilitas, 304

B

Bakorluh, 286, 295, 298, 306
bakteri, 218, 220, 230, 232, 234, 239, 320
barrier, 350
berinovasi, 13, 15, 92, 281, 324, 353
berkolaborasi, 314, 324, 326, 328
biochar, 367, 381
Biochem, 381
biodiversitas, 62, 186
biodiversity, 206, 362
Biofisik, 110
biologis, 10, 129
Bioscience, 247
biosecurity, 362
Bulog, 45, 302

C

cacing, 220, 321
cadangan, 46, 321
calsium, 236
capacity, 354
Capsicum, 167
cemaran, 4, 219, 241
cendawan, 192
chlorophyll, 247
Citrus, 382
Conicare, 240
conservation, 362
continental, 389, 399, 400, 403
cultivation, 361, 383

D

daratan, 385, 386, 389, 400, 403
daring, 292, 293, 294, 303, 392
degeneratif, 220, 239
degradasi, 97, 377
demokratis, 253
demplot, 149, 295, 312
destabilisasi, 232
destilasi, 211, 223, 224, 227, 228, 237, 241
diagnosis, 290
Differences, 111, 138, 358

digital, vi, 1, 2, 3, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 38, 39, 40, 51, 61, 63, 71, 74, 76, 85, 88, 90, 92, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 115, 116, 117, 118, 120, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 144, 158, 163, 164, 168, 172, 178, 185, 192, 196, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 216, 218, 219, 241, 242, 243, 251, 252, 263, 264, 265, 267, 275, 279, 345, 346, 347, 348, 349, 353, 362, 370, 408, 409, 410
digitizer, 90
distilasi, 180, 221, 224
distilat, 231
Distributed, 138

E

Ecology, 359, 380, 382
Economic, 34, 35, 118, 270, 404
Ecosystem, 53, 383
edibel, 179
efektifitas, 9, 116, 294, 304, 393
efesien, 354
ejournal, 205
Ekologi, 269, 306, 330, 359
Ekoregional, 380
ekosistem, 14, 16, 89, 98, 130, 324, 335, 352, 377
eksisting, 96, 97, 100, 101, 144, 145, 174, 243, 253, 309
Ekuilibrum, 245
endosperm, 212
Engineering, 54, 139, 166, 168, 205, 270
enkapsulan, 236
evaporasi, 365

F

farmakologis, 189
farmasi, 211, 233, 238, 239
Fenomena, 11, 242
Fermentasi, 245
feromon, 149
Fertilizer, 330
flavor, 230, 231, 233, 235, 236, 241
fragrans, 169, 203, 206
fungsional, 157, 173, 228, 239, 240
fusarium, 149
futuristik, 1, 153

G

Gambut, 275, 297, 306, 318, 331
Garunggang, 297
genangan, 144, 279
Gender, 28, 35, 165
Geografi, 112
geologi, 88
glukosa, 220
gradien, 231
grasses, 380
gula, 179, 180, 211, 213
gum, 218, 236
Gupta, 329
gurem, 38, 50

H

harmonis, 333
hawar, 320
heterogen, 333, 385, 389, 390, 395, 397, 399, 400, 402
heterogenitas, 142
hidrogen, 230, 234
hidrokarbon, 229, 231, 235
Hidrologi, 420
hidroponik, 29, 74

hidroquinon, 234
Hotikultura, 276
hybrid, 152
Hydrocarbon, 222

I

Idenitikasi, 313
imbalan, 410
improvisasi, 292
Industrie, 32, 33, 137, 138
infeksi, 220
Infiltrasi, 246
inkubator, vi, 21, 408
Innovation, 331, 359, 405
inokulan, 319
inovatif, 20, 23, 72, 101, 135, 200, 201, 265, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 280, 282, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 299, 300, 303, 305, 308, 309, 315, 319, 324, 325, 326, 328, 386, 387, 409
Inpara, 279, 316
Inpari, 308, 311, 312, 316
Institutions, 330
instrumen, 194, 256
Integrasi, 17, 105, 194, 335
intelligence, 10, 62, 103, 353
internet, vi, 1, 3, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 27, 29, 30, 32, 38, 39, 40, 48, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 74, 76, 77, 87, 88, 101, 107, 115, 117, 118, 119, 122, 127, 129, 131, 132, 135, 136, 137, 152, 158, 159, 163, 164, 165, 183, 184, 185, 192, 196,199, 200, 201, 251, 253, 256, 257, 258, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 279, 298, 303, 346, 349, 351, 353, 408
investasi, 11, 14, 21, 39, 68, 128, 130, 163, 184, 217, 218, 261, 280, 301, 333, 336, 355, 399
investor, 42, 128, 244, 386, 399, 401

J

Jabung, 79
jagung, 17, 19, 24, 30, 58, 60, 153, 157, 310, 317, 330, 344, 362, 364, 365, 367, 369, 372, 374, 375, 376, 377, 378
jantan, 186
jantung, 220
Jaques, 391
Jarkomluhdes, 23, 24
Jejangkit, 297

K

Kakao, 74
Kalium, 246
Kalori, 213
kampung, 340, 343
kapabilitas, 243, 259, 267
kapasitas, 4, 14, 19, 47, 76, 99, 109, 143, 152, 164, 180, 218, 223, 257, 260, 263, 264, 266, 267, 268, 275, 292, 302, 310, 333, 373, 378, 388, 402
keanekaragaman, 361, 385, 388
kearifan, 372, 385, 387, 388, 395, 396, 401, 403
keberhasilan, 63, 92, 101, 122, 174, 197, 200, 278, 280, 294, 295, 299, 302, 320, 410
keberlanjutan, 5, 14, 39, 153, 244, 263, 265, 274, 276, 284, 286, 287, 294, 365, 393, 396
kedelai, 24, 30, 58, 60, 317

Keunggulan, 17, 69, 88, 142, 400, 401
kewirausahaan, 130
Kombinasi, 189
komparatif, 170, 350, 400
kompetensi, 15, 72, 131, 162, 242, 243, 252, 253, 254, 256
kompetitif, 125, 130, 131, 170, 243, 353, 400
Koperasi, 46, 313
Kopi, 30, 74
korporasi, 24, 43, 50, 391

L

Laba, 319, 330
ladang, 27, 119, 120, 136, 362, 364, 365, 367, 369, 370, 371, 372, 375
lamtoro, 371
Lamuru, 372
Landscape, 139
La-Nina, 98
larutan, 179, 218, 224, 235, 236
Legowo, 55
legum, 374, 375, 378
Lembaga, 46, 50, 51, 161, 182, 262, 265, 268, 285, 286, 293, 295, 296, 298, 299, 300, 302, 313, 381, 392, 404
lestari, 43
Litbang, 18, 59, 69, 70, 127, 162, 167, 170, 205, 278, 279, 302, 328, 330, 357, 358, 405, 418, 419, 420, 421
lumbung, 20, 58, 70, 71, 75, 308, 309, 315, 358

M

mainstream, 361, 363
maize, 381
malai, 311
mandiri, 21, 22, 34, 99, 117, 188, 281, 385, 388, 390, 395
mangrove, 237
Manihot, 364
manufaktur, 9, 14, 38, 39, 61, 62, 116, 117, 183, 192, 210, 325, 407
marginal, 363, 369, 377
Market, 167, 204
masam, 283, 305, 317
mikroba, 219, 220, 230, 318, 319, 367
millennium, 410
minyak pala, 170, 176, 178, 180, 189
Modelling, 305
moderen, 74, 76, 217, 358
modern, v, vi, 1, 2, 5, 48, 50, 58, 59, 60, 61, 63, 69, 71, 72, 75, 76, 77, 84, 87, 88, 89, 104, 108, 122, 129, 134, 136, 143, 144, 153, 158, 159, 161, 164, 166, 167, 174, 182, 186, 187, 193, 194, 199, 202, 221, 236, 240, 242, 244, 251, 263, 326, 337, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 355, 357, 358, 361, 370, 371, 376, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 400, 401, 408, 409
Mutiara, 48, 146

N

nabati, 173, 213, 219, 239, 243, 349, 351
nanas, 156
nano, 10, 38
nanocapsules, 247
nanokapsul, 236
nanoteknologi, 130
narasumber, 355
nelayan, 21, 125

networking, 134, 139, 391, 392
nirlaba, 42
nitrogen, 73, 365
NPK, 146, 168, 311, 319
NTP, 121
nucifera, 211
Nuklir, 397
Nusantara, 166, 389
nutfah, 193
nutmeg, 181, 202, 206
nutrisi, 17, 68, 126, 157

O

objektif, 188
observasi, 89
oksidasi, 230, 234
olahan, 170, 173, 174, 177, 179, 182, 197, 215, 216, 217, 240, 242, 244, 353
oleoresin, 180, 206
Optimalisasi, 203, 243, 333, 354
optimasi, 31, 156, 236
organik, 29, 48, 67, 146, 161, 171, 172, 176, 182, 231, 310, 317, 318, 321, 373, 410
otonom, 44, 106, 351

P

pacul, 147, 148
padi, 5, 17, 19, 22, 24, 30, 46, 55, 58, 60, 69, 75, 76, 78, 79, 93, 94, 95, 96, 121, 125, 147, 148, 153, 154, 157, 273, 275, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 324, 325, 328, 330,331, 338, 344, 346, 369, 388
Paradigma, 54, 90, 299
pedesaan, 21, 22, 23, 25, 57, 58, 65, 77, 90, 105, 106, 107, 122, 127, 152, 163, 174, 195, 258, 263, 280
Pekarangan, 270
pemasaran, 2, 18, 21, 22, 23, 26, 31, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 61, 71, 86, 102, 105, 123, 133, 134, 156, 157, 161, 162, 164, 174, 180, 184, 185, 195, 196, 197, 200, 201, 202, 209, 221, 315, 354, 356, 363, 367, 369, 386, 394, 398, 408, 409, 410
pemasok, 18, 40, 317
pembibitan, 172, 202, 353, 356
pemuda, 47, 104, 135, 199, 218, 303
pemupukan, 69, 99, 111, 145, 147, 152, 154, 156, 163, 175, 183, 281, 311, 315, 317, 318, 349
penebasan, 370
Penetrasi, 115, 131, 136
petelur, 344
prediksi, 96, 98, 125, 133, 331
protein, 212, 219, 230, 233

Q

quality, 381
query, 96

R

radar, 91, 94
radikal, 220
rambatan, 365
ramping, 316

rawa, 5, 77, 98, 121, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 287, 291, 292, 295, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 315, 316, 317, 319, 320, 321, 325, 328, 330, 331
rendemen, 156, 217, 237
Renstra, 26, 58
rentan, 126, 377
replikasi, 50
rintisan, 72, 104
Roadmap, 39
robotika, 117, 184

S

saprodi, 2, 123, 160, 164, 176, 280, 302, 314
sarana, 4, 16, 22, 30, 39, 43, 44, 45, 70, 87, 96, 122, 123, 133, 160, 164, 173, 182, 184, 194, 198, 199, 201, 237, 242, 243, 244, 251, 256, 258, 259, 260, 266, 267, 268, 294, 295, 314, 354, 392
sawit, 77, 156, 277, 307, 308, 310
sayur, 23, 33, 67, 207, 375
SDMC, 274
Sejahtera, 69
sellulosa, 221
semai, 186, 238
semen, 15
Semi-Arid, 269
Semprot, 55
sensor, 16, 22, 40, 47, 68, 85, 91, 117, 118, 127, 129, 154, 156, 158, 188, 192, 199, 224
sentrifugal, 217
Shallot, 142
sustainability, 381
Sustainable, 167, 329, 379, 380, 381, 382

T

tabular, 17, 96, 98, 99, 125
tahapan, 44, 59, 89, 91, 154, 156, 171, 172, 174, 175, 176, 186, 187, 188, 189, 201, 215, 224, 227, 290, 322, 362, 363, 364, 365, 370, 375, 376, 379
talenta, 71
Tapin, 276, 296, 297, 300
Technologies, 247, 270
tengkulak, 67, 68, 124, 125, 176
terapan, 184, 214, 352, 410
Thresher, 314
transformasi, 2, 4, 9, 16, 24, 38, 41, 50, 57, 61, 75, 117, 130, 143, 144, 153, 158, 166, 192, 348, 353, 356, 359, 378, 379, 410
tropis, 84, 169

U

uap, 9, 180, 221, 223, 228
Uber, 10, 39
uji, 12, 73, 144, 182, 191, 236, 373, 391
UKM, 130, 166, 167
unggas, 341, 344
usahatani, 1, 2, 4, 29, 58, 60, 76, 78, 122, 123, 144, 163, 171, 175, 195, 200, 201, 214, 265, 273, 275, 277, 278, 279, 280, 281, 284, 285, 290, 293, 299, 301, 303, 306, 308, 309, 310, 312, 313, 314, 315, 320, 324, 331, 344, 362, 363, 367, 368, 370, 371, 377, 378, 379, 407, 409, 410
usahaternak, 4, 5
usahawan, 70

V

vaksinasi, 353, 356
Varietas, 146, 151, 311, 316, 364, 372
vegetable, 241
vegetasi, 89, 91
vegetatif, 94, 150, 186, 317, 374
Verticulture, 42
viabilitas, 319
virus, 142, 220, 239
visible, 205
vision, 281
visioner, 72, 409
vitamin, 180, 220
vokasi, 16, 70, 72

W

wacana, 194, 403
wadah, 16, 23, 134, 217, 298, 326, 328, 379, 393
Wahana, 405
warta, 86
waste, 167
wawasan, 2
Weakness, 107, 109, 283
Weather, 16
website, 18, 124, 136, 256, 323
wirausaha, 15, 21, 210
wisata, 76, 186
wisdom, 390

Tentang Penulis

Abd. Gaffar. Peneliti Ahli Madya bidang Sosek pada BPTP Maluku. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-Mail: tahir.abdulgaffar@yahoo.co.id

Agus Hasbianto. Peneliti Ahli Muda bidang Budidaya Tamanan pada BPTP Kalimantan Selatan. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. email: agushasbianto@gmail.com

Agus Hermawan. Prof. (Riset) bidang Sistem Usaha Pertanian pada BPTP Jateng Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: agushermawan832@gmail.com

Agustinus N. Kairupan. Peneliti Ahli Madya Bidang Budidaya Peternakan pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. email: audikairupan@gmail.com

Ai Dariah. Peneliti Ahli Utama bidang Pengelolaan Lahan dan Iklim pada Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: aidariah@yahoo.com

Bernard DeRosari. Peneliti Ahli Madya bidang Sosial Ekonomi Pertanian pada BPTP Nusa Tenggara Timur. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: benderosari@yahoo.com

Conny Manoppo. Peneliti Ahli Muda bidang Tanaman Pangan, Hortikultura dan perkebunan pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, email: connybptpsulut17@gmail.com

Dahono. Peneliti Ahli Madya bidang Budidaya Tanaman pada BPTP Riau. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: dahono@litbang.pertanian.go.id

Dedi Sugandi. Peneliti Ahli Utama bidang Sistim Usaha Pertanian pada BPTP Jabar. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: dedibptpbkl65@gmail.com

Effendi Pasandaran. Profesor Riset (purna bhakti), Bidang Agro Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: epasandaran@yahoo.com

Erni Gustiani. Peneliti Ahli Muda bidang Budidaya Peternakan pada BPTP Jabar. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: fathbian@yahoo.com

Gabriel H. Joseph. Peneliti Ahli Utama bidang Pasca Panen pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, email: tonnyjoseph60@gmail.com

Herlina N. Salamba. Peneliti Muda bidang Ilmu tanah pada BPTP Sulawesi Utara. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. email: nanny.2231@gmail.com

Izaac T. Matitaputty. Peneliti Ekonomi Pertanian bidang Perencanaan dan Pembanguan Wilayah pada Universitas Pattimura-Ambon. E-Mail: tonnymatitaputty@gmail.com

Jefny M. Rawung. Peneliti Ahli Madya bidang Sistem Usaha Pertanian pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, email: jbmarkusrawung2000@yahoo.com

Joula Sondakh. Peneliti Ahli Madya bidang Sistem Usaha Pertanian pada BPTP Sulut. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: joulasondakh@gmail.com

Kedi Suradisastra. Profesor Riset (purnabakti), Bidang Sosiologi dan Kelembagaan pada Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian. E-mail: kedisuradisastra@yahoo.com

Meivie Lintang. Peneliti Ahli Madya bidang Pasca Panen pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. email: mlintang71@gmail.com

Nana Sutrisna. Peneliti Ahli Madya bidangn Budidaya Tanaman dan Kepala BPTP Riau. Balai Besar Pengkajian dan PengembanganTeknologi Pertanian, BadanLitbangPertanian. E-mail:natrisna@yahoo.co.id

Nono Sutrisno Saad. Peneliti Ahli Madya, Bidang Konservasi tanah dan air, serta Hidrologi pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: ns.saad85@gmail.com

Olvie Grietjie Tandi. Peneliti Ahli Muda bidang Budidaya Tanaman pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. email: olvietandi@gmail.com

Parlin H. Sinaga. Peneliti Ahli Madya bidang Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan pada BPTP Riau. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: parlinhas2013@gmail.com

Payung Layuk. Peneliti Ahli Madya Bidang Pasca Panen pada BPTP Sulawesi Utara, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-Mail: payunglayuk@yahoo.co.id

Procula R. Matitaputty. Peneliti Ahli Madya bidang Budidaya Ternak pada BPTP Maluku. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
E-Mail: proculamatitaputty@gmail.com

Sri Hartati. Penyuluh Ahli Madya pada BPTP Kalimantan Selatan. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Litbang Pertanian. email: hartati.hasbi9@gmail.com

Sri Satya Antarlina, Peneliti Ahli Utama Bidang Teknologi Pasca Panen, pada BPTP Jawa Timur, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: ssantarlina@gmail.com.

Tony Basuki. Peneliti Ahli Muda bidang Sumberdaya Lahan Pertanian pada BPTP Nusa Tenggara Timur. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. E-mail: tony.basuki@yahoo.com

Tri Sudaryono, Peneliti Ahli Utama Bidang Kepakaran Pemuliaan Tanaman/Agronomi pada BPTP Jawa Timur. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Email : tri_sdr@yahoo.com

Yusuf. Peneliti Ahli Utama bidang Agribisnis dan Kelembagaan Usahatani dan Kepala BPTP Sulawesi Utara. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
E-mail:yusufdarsa_ntt@yahoo.com